

**“DESARROLLO DE UN PROCESO A ESCALA DE LABORATORIO PARA LA
EXTRACCIÓN DE COLORANTE A PARTIR DE LA FLOR DEL ÁRBOL DE
MAJAGUA (*Hibiscus elatus*)”**

ASTRID ELIANA JIMÉNEZ RAMÍREZ

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS
MEDELLÍN
2008**

**“DESARROLLO DE UN PROCESO A ESCALA DE LABORATORIO PARA LA
EXTRACCIÓN DE COLORANTE A PARTIR DE LA FLOR DEL ÁRBOL DE
MAJAGUA (*Hibiscus elatus*)”**

ASTRID ELIANA JIMÉNEZ RAMÍREZ

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de Procesos**

**Asesor
Elizabeth Ocampo Cifuentes
Ing. de Procesos**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS
MEDELLÍN
2008**

A mis padres por el sacrificio
realizado para darme la mejor educación.

A Juan Camilo, por el apoyo y la paciencia que ha tenido
conmigo durante estos años.

A Elizabeth mi asesora, por el gran apoyo
ofrecido en la realización de este proyecto.

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, Junio de 2008

AGRADECIMIENTOS

Durante la realización de este proyecto, fueron muchas las personas que de una u otra forma, contribuyeron con su desarrollo y que me brindaron su colaboración y apoyo, en especial le doy las gracias a Elizabeth Ocampo, por su acompañamiento y asesoría; a las personas que trabajan en los laboratorios de ingeniería de procesos, en especial a Edgar Arbeláez y a Jhon Jairo Estrada por su atenta colaboración durante el desarrollo de los experimentos.

También a las personas de la Universidad de la Salle, especialmente a la directora de ingeniería de alimentos y al semillero de esta carrera, por brindarnos todo su soporte durante la finalización de esta tesis.

A Álvaro López de Mesa, porque gracias a su gestión, puedo decir con orgullo que soy ingeniera de procesos.

Además, le doy inmensas gracias a mi familia por su apoyo, guía y compañía durante estos años de estudio y a Dios, por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A todos, mil gracias.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	15
1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GENERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. MARCO TEÓRICO	24
3.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EXTRACCIÓN SÓLIDO LÍQUIDO (TREYBAL, 2000)	24
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MAJAGUA	25
3.3 CICLO VITAL DE LA MAJAGUA	27
3.3.1 Reproducción y Crecimiento Inicial (Badui, 2006)	27
3.4 OBTENCIÓN DE PRODUCTOS NATURALES	28
3.4.1 Materias primas (Sharapin, 2000)	28
3.4.2 Cultivo de las plantas	29
3.4.3 Recolección	29
3.4.4 Procesamiento pos –cosecha	30
3.4.5 Secado	30
3.4.6 Almacenamiento	31
3.4.7 Molienda	32
3.4.8 Extracción	33
3.4.9 Clarificación del producto	37
3.4.10 Concentración y eliminación de solventes	37
3.4.11 Secado	37
3.5 COLORANTES NATURALES EN ALIMENTOS	38
3.5.1 Legislación de colorantes	39
3.5.2 Patentes	40
4. DESARROLLO DEL PRODUCTO	41

4.1	ESTUDIO DEL SECTOR COLORANTES: PLATAFORMA ESTRATÉGICA DE MERCADEO	41
4.1.1	Propuesta de valor.....	41
4.1.2	Lugar que ocupa el sector en el país.....	44
4.2	FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL SECTOR	48
4.2.1	Fortalezas	48
4.2.2	Debilidades	49
4.3	NOCIÓN AL INVERSIONISTA	50
4.3.1	Análisis de la oferta y la competencia.....	50
4.3.2	Naturaleza competitiva del mercado.....	51
4.4	ANÁLISIS DEL MERCADO	52
4.4.1	Mercado de NATUCOLOR	52
4.4.2	Crecimiento proyectado a cinco años.....	56
4.4.3	Demanda esperada	58
4.4.4	Demanda proyectada	58
4.5	ANÁLISIS COMPETITIVO	60
4.5.1	Competencia	60
4.5.2	Proveedores	64
4.5.3	Barreras de entrada.....	64
4.5.4	Productos sustitutos	65
4.5.5	Descripción del producto	66
4.6	ESTRATEGIAS DE MERCADO	66
4.6.1	Estrategias de producto.....	66
4.6.2	Equipos y proveedores.....	71
4.6.3	Comercialización	72
4.6.4	Disposiciones legales	72
4.7	ESTUDIO GENERAL DEL SECTOR	72
4.7.1	Factores de calidad	72
4.8	SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.....	72
4.8.1	Aditivos	73
4.9	ENSAYOS PRELIMINARES	74

4.9.1	Selección de materia prima	75
4.10	DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	77
4.10.1	Análisis de varianza.....	82
4.10.2	Consideraciones adicionales del diseño de experimentos	87
4.11	RESULTADO FINAL	88
4.11.1	Majagua roja.....	88
4.11.2	Majagua amarilla	88
4.11.3	Aspecto de los colorantes obtenidos	89
4.12	ETAPAS FINALES DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO	89
4.12.1	Filtración	89
4.12.2	Concentración	90
4.12.3	Formulación del colorante	90
4.12.4	Secado del colorante.....	92
4.12.5	Empaque del colorante.....	93
4.12.6	Requisitos de calidad para el colorante.....	93
4.12.7	Diagrama de bloques del proceso de extracción del colorante a escala laboratorio.....	99
4.13	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL.....	99
4.13.1	Nombre y etiqueta	99
4.14	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL PROCESO.....	101
4.14.1	Secado	101
4.14.2	Molienda.....	102
4.14.3	Extracción.....	104
4.14.4	Clarificación.....	105
4.14.5	Concentración	106
4.14.6	Secado	106
5.	ESTUDIO TÉCNICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL COLORANTE 108	
5.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	108
5.2	ETAPAS DEL PROCESO	109
5.2.1	Lavado.....	109

5.2.2	Secado	109
5.2.3	Molienda	109
5.2.4	Extracción	110
5.2.5	Filtración	110
5.2.6	Concentración.....	110
5.2.7	Aditivación	110
5.2.8	Secado	111
5.2.9	Empaque	111
5.3	PFD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL COLORANTE.....	112
6.	ESTUDIO FINANCIERO	113
6.1	INVERSIONES.....	113
6.2	COSTOS DE OPERACIÓN.....	115
6.2.1	Costos de materia prima.....	117
6.2.2	Materiales directos.....	118
6.2.3	Mano de obra directa.....	118
6.2.4	Mano de obra indirecta	118
6.2.5	Resumen de inversión y financiación	118
6.2.6	Depreciación.....	121
6.3	FLUJO DE EFECTIVO NETO	122
7.	CONCLUSIONES	128
8.	RECOMENDACIONES	130
	ANEXOS	131
9.	BIBLIOGRAFÍA	134

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. MAJAGUA ROJA FLORECIDA	26
GRÁFICA 1. TIPO DE MATERIAL TINTÓREO NATURAL O SINTÉTICO COMERCIALIZADO.....	45
GRÁFICA 2. TIPO DE MATERIAL TINTÓREO NATURAL O SINTÉTICO DEMANDADO	45
GRÁFICA 3. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS ENTRE EL 2005 Y EL 2007	46
GRÁFICA 4. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN MANUFACTURERA	46
GRÁFICA 5. PRODUCCIÓN REAL DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN COLOMBIA	47
ILUSTRACIÓN 2. INDICADORES DE COMPETITIVIDAD EN ALIMENTOS	47
GRÁFICA 6. PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE USAN COLORANTES Y SU PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO	53
GRÁFICA 7. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PROCESADOS Y BEBIDAS	54
GRÁFICA 8. MERCADO OBJETIVO.....	55
GRÁFICA 9. DIAGRAMA DE MEDIAS PARA LA MAJAGUA ROJA.....	83
GRÁFICA 10. DIAGRAMA DE MEDIAS PARA LA MAJAGUA AMARILLA	85
ILUSTRACIÓN 3. SECADOR POR ASPERSIÓN BUCHI.....	93
ILUSTRACIÓN 4. ESQUEMA DE UN MOLINO DE CUCHILLAS	103
ILUSTRACIÓN 5. ESQUEMA DE UN MOLINO DE MARTILLO	103
ILUSTRACIÓN 6. ESQUEMA DE LOS FLUJOS EN EL SPRAY DRYER	108
GRÁFICA 11. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	120
GRÁFICA 12. FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA	124
GRÁFICA 13. FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA	126

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. BALANZA COMERCIAL DE COLOMBIA.....	19
TABLA 2. RELACIÓN ENTRE LAS LONGITUDES DE ONDA Y LOS COLORES PERCIBIDOS (ANÓNIMO, 2007)	38
TABLA 3. ALGUNOS COLORANTES PERMITIDOS SEGÚN LA CEE (EUROPEO).....	39
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE PATENTES DE COLORANTES Y MATERIALES TINTÓREOS POR PAÍS	40
TABLA 5. COLORANTES MÁS DEMANDADOS EN COLOMBIA	56
TABLA 6. INFORMACIÓN GENERAL.....	59
TABLA 7. DEMANDA E INGRESOS ANUALES	60
TABLA 8. EMPRESAS COLOMBIANAS CLASIFICADAS COMO PRODUCTORAS (Y MEZCLADORAS)	61
TABLA 9. EQUIPOS REQUERIDOS.....	71
TABLA 10. SERIE 1 DE EXPERIMENTOS: CONCENTRACIÓN ALCOHÓLICA VARIABLE. TEMPERATURA Y TIEMPO DE EXTRACCIÓN CONSTANTES. MAJAGUA ROJA.....	79
TABLA 11. SERIE 1 DE EXPERIMENTOS: CONCENTRACIÓN ALCOHÓLICA VARIABLE. TEMPERATURA Y TIEMPO DE EXTRACCIÓN CONSTANTES. MAJAGUA AMARILLA.....	79
TABLA 12. SERIE 2 DE EXPERIMENTOS: TEMPERATURA VARIABLE. CONCENTRACIÓN ALCOHÓLICA Y TIEMPO DE EXTRACCIÓN CONSTANTES. MAJAGUA ROJA.....	80
TABLA 13. SERIE 2 DE EXPERIMENTOS: TEMPERATURA VARIABLE. CONCENTRACIÓN ALCOHÓLICA Y TIEMPO DE EXTRACCIÓN CONSTANTES. MAJAGUA AMARILLA.....	80
TABLA 14. SERIE 3 DE EXPERIMENTOS: TIEMPO DE EXTRACCIÓN VARIABLE. CONCENTRACIÓN ALCOHÓLICA Y TEMPERATURA CONSTANTES. MAJAGUA ROJA	81
TABLA 15. SERIE 3 DE EXPERIMENTOS: TIEMPO DE EXTRACCIÓN VARIABLE. CONCENTRACIÓN ALCOHÓLICA Y TEMPERATURA CONSTANTES. MAJAGUA AMARILLA	81
TABLA 16. CONSTANTES DIELECTRICAS DE LOS SOLVENTES USADOS.....	82

TABLA 17. ANOVA ABSORBANCIA PARA LA MAJAGUA ROJA.....	83
TABLA 18. “MULTIPLE RANGE TESTS” PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE EXTRACCIÓN: MAJAGUA ROJA	84
TABLA 19. “TABLE OF LEAST SQUARES MEANS” PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE EXTRACCIÓN: MAJAGUA ROJA	84
TABLA 20. ANOVA ABSORBANCIA PARA LA MAJAGUA AMARILLA	85
TABLA 21. “MULTIPLE RANGE TESTS” PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE EXTRACCIÓN: MAJAGUA AMARILLA	86
TABLA 22. “TABLE OF LEAST SQUARES MEANS” PARA LAS DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE EXTRACCIÓN: MAJAGUA AMARILLA.....	87
TABLA 23. AI DE SECADO PARA DIFERENTES COMPUESTOS.....	91
TABLA 24. FORMULACIÓN FINAL DE COLORANTE	92
TABLA 25. COSTOS DE LOS EQUIPOS.....	114
TABLA 26. INVERSIONES.....	114
TABLA 27. COSTOS	115
TABLA 28. COSTOS DE LAS MATERIAS PRIMAS	117
TABLA 29. FLUJO DE PRODUCCIÓN	119
TABLA 30. DEPRECIACIÓN.....	121
TABLA 31. PAGO DE LA DEUDA	122
TABLA 32. FLUJO DE INVERSIÓN NETO	124
TABLA 33. ESTADO DE RESULTADOS	125
TABLA 34. TIR Y VPN.....	126
TABLA 35. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA TIR Y VPN	127

RESUMEN

Para desarrollar un colorante en polvo, se realizó en primera instancia un estudio de mercado preliminar, donde se analizaron los diferentes requerimientos que la industria de colorantes para alimentos está demandando en la actualidad.

En este proyecto se tuvieron en consideración diferentes variables, las cuales permitieron determinar las mejores condiciones, para la operación más crítica de este proceso: la extracción sólido líquido.

La determinación de estas variables es crítica, entre ellas se encuentran: el pH de la extracción, la concentración alcohólica en el solvente, la relación sólido solvente, la temperatura del proceso y el tiempo de extracción. Para encontrar la relevancia de estas variables, se realizó un diseño de experimentos factorial, para el cual se utilizó como variable de respuesta la absorbancia, debido a que ésta reporta cualitativamente la concentración del color en una mezcla.

Una vez que se determinaron las condiciones óptimas del proceso a partir del diseño de experimentos, se procedió a realizar la aditivación del colorante con las sustancias necesarias para evitar la degradación del mismo durante el proceso de secado en el spray dryer.

Al finalizar este proyecto, se espera poder continuar con el desarrollo del colorante, mediante la presentación de un proyecto de investigación ante el Ministerio de Agricultura, que proporcione mayores recursos económicos, los

cuales permitirían mejorar las condiciones del proceso e inclusive un posible escalado a nivel industrial.

INTRODUCCIÓN

El mercado de la industria de alimentos ha venido cambiando y buscando nuevas tendencias inclinadas hacia el mayor uso de productos naturales. Un importante segmento es ocupado por los productos con propiedades antioxidantes, otro busca sustituir productos de alta tendencia tóxica o alergénica, además está el segmento en desarrollo de los colorantes naturales.

Los colorantes en alimentos han sido ampliamente utilizados con el fin de mejorar la apariencia física del producto, hacerlo mucho más atractivo para el consumidor y resaltar sus propiedades. Las declaraciones hechas por estudios en cuanto a los efectos de muchos aditivos alimentarios sintéticos han generado una tendencia hacia la sustitución de éstos por sustancias naturales.

Se investiga en este momento en el mundo sobre clorofilas, antocianinas y pigmentos terpenoides como los carotenos y el licopeno, tratando de obtenerlos a partir de fuentes naturales como hojas, flores y frutas.

Por ello, para este trabajo se busca aprovechar la gran biodiversidad Colombiana para la obtención de un colorante natural que sea inocuo, que no altere las propiedades organolépticas del producto al que va a ser incorporado, y de buen rendimiento para llevarlo a la industria de alimentos que es bastante exigente en cuanto a los parámetros de calidad.

Con la presente investigación se pretende dar uso a un recurso natural que en Colombia se explota de forma muy artesanal (sólo las fibras), y es el árbol de

Majagua. Extraer el colorante de sus flores no generará ningún daño en el árbol como tal, ya que las flores se pueden recolectar del piso o tomar las que se han terminado de desarrollar adecuadamente de la copa de los árboles. Además, se generará empleo en el momento en que deban recogerse, ya sea porque se trate de tomarlas de un cultivo o que se recojan de los árboles que se encuentran distribuidos por todo Medellín.

En ensayos preliminares de extracción de colorante, se obtuvieron dos colorantes diferentes, según el color de la flor: uno rojo y uno amarillo. Con ambos se espera poder generar dos nuevos colores que satisfagan las necesidades del mercado.

En este momento el colorante artificial de mayor importancia es el amarillo No. 5, ya que en la industria de alimentos enfrenta una crisis debido a la resolución No. 00580 de 1996, la cual hace hincapié en los efectos alergénicos de la tartrazina. Además, durante el año 2007 el INVIMA emitió un comunicado en el cual obliga a las empresas que elaboren alimentos o cosméticos que contengan amarillo No. 5 a cambiar el registro sanitario actual y a incluir en la etiqueta de los productos la siguiente expresión: "Contiene TARTRAZINA que puede producir reacciones alérgicas, tipo angiodema, asma, urticaria y shock anafiláctico". Lo anterior, teniendo en cuenta las disposiciones expuestas por la Sala Especializada de Medicamentos y Productos Biológicos de la Comisión Revisora dentro del concepto emitido en el Acta No. 1 de 2007.

A partir del 3 de septiembre de 2007, los productos cuyos titulares hagan caso omiso a las recomendaciones de la Sala serán llamados a Revisión Oficiosa y se tomarán las medidas a que haya lugar. (INVIMA)

Sin embargo, hay una realidad que debe asumirse cuando se desea reemplazar compuestos artificiales o sintéticos por los naturales, y es la estabilidad de éstos últimos ante los cambios de pH, la temperatura e iluminación y el hecho que la mayoría deben dosificarse en cantidades mayores, lo que implica una posible alteración de otras propiedades organolépticas del alimento como el aroma, la textura y el sabor; por eso se busca que en convenio con algunas empresas del sector alimenticio y con la Universidad de La Salle, se realice la evaluación de estas propiedades, y mejor aún considerar para proyectos posteriores la aplicación del colorante en productos alimenticios, lo que permitirá el fortalecimiento de las relaciones entre universidades y universidad - empresa.

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde siempre se ha dicho que los alimentos entran por los ojos, y éste es un hecho que las compañías productoras de alimentos deben enfrentar cada vez que sitúan un producto en el mercado. Para afrontar esta situación, las compañías recurren al uso de los colorantes, tanto naturales como artificiales, esto con el fin de destacar el aspecto saludable, apetecible e inocuo de los alimentos procesados (Lopera, 2003), (Arango, 2004), (Echeverry & Salazar, 2003), (Lugo, 2003).

A principios del siglo XX entra en auge la síntesis de nuevos colorantes, para ser aprovechados por la industria alimenticia. Pero es sólo hasta mediados de este siglo, que los colorantes empiezan a ser regulados por la FDA (Foods and drugs administration), debido a que algunos contenían plomo, arsénico y cobre, por lo que representaban un alto riesgo para la salud (Lugo, 2003). En vista de esta circunstancia, la demanda de colorantes de origen natural ha venido creciendo notoriamente. Se estima que en la Unión Europea aumente la demanda de colorantes. Estudios pronostican que su participación en el mercado de las importaciones aumente un 2.7% cada año, como resultado de la creciente demanda de ingredientes naturales para la preparación de alimentos.

En Estados Unidos, también ha venido aumentando la demanda, la cual se demuestra con los crecimientos de importaciones de ese país. En el 2005, las importaciones de colorantes naturales crecieron con relación al año anterior, alcanzando valores de 64 millones de dólares (Proexport).

Esta tendencia también se observa en las importaciones de colorantes naturales de Colombia, las cuales han venido creciendo en los últimos cinco años, esto debido principalmente al incremento de su uso en la industria alimenticia.

Tabla 1. Balanza Comercial de Colombia
Partida Arancelaria 3203 Materias colorantes de origen vegetal o animal, aunque sean de constitución química. Valores en miles de USD\$

	2002	2003	2004	2005	2006
Importaciones					
Campeche	1	4	2	1	2
Achiote	41	32	30	56	67
Clorofilas	56	6	17	18	11
Índigo natural	0	0	0	1	0
Marigold (Xantófila)	1	0	17	114	416
Maíz morado (Antocianina)	0	0	0	0	0
Otros	498	470	771	1100	779
Total	597	512	837	1290	1275
Exportaciones					
Campeche	0	0	0	0	0
Achiote	1	0	0	0	0
Clorofilas	0	0	0	0	0
Índigo natural	0	0	0	0	0
Marigold (Xantófila)	0	0	0	0	0
Maíz morado (Antocianina)	0	0	0	0	0
Otros	6	30	56	63	208
Total	7	30	56	63	208
Saldo en miles de dólares	-590	-482	-781	-1227	-1067

Fuente: Base de datos ALADI (www.aladi.org)

De acuerdo con la balanza comercial de Colombia, se puede observar que en cuanto a los colorantes naturales es mayor el volumen de importaciones que de

exportaciones, por lo que se debe plantear la necesidad de realizar más estudios de investigación a escala laboratorio, relacionados con la obtención de colorantes naturales de diversas fuentes.

A lo largo de los años, algunos estudiantes de ingeniería de procesos han realizado diferentes proyectos de investigación en los cuales exploraron algunas fuentes de colorantes naturales, como el aguacate, el achiote, la jagua, el plátano, el repollo morado, el maíz morado y el helecho.

Después de una revisión bibliográfica, se ha encontrado que las flores de la Majagua han sido ampliamente utilizadas como medicinas en su lugar de origen, Cuba (Milanés, Rodríguez, & González, 1999), lo que ha dado origen a algunos estudios sobre sus características botánicas y su carácter medicinal. También se sabe que en Cuba la madera del Majoe es ampliamente usada para elaborar bates de béisbol. En cuanto a Colombia, sólo se conoce que su uso es artesanal, en la elaboración de cuerdas y bolsos a partir de sus fibras.

Se dice que la especie *Hibiscus elatus* S.W., conocida como Majagua, tiene reportado distintos usos en medicina tradicional (Beyra & León, 2004). Sus flores en Cuba se utilizan por sus propiedades expectorantes, las que se comercializan como jarabe. Un estudio fitoquímico sugiere que en la composición general de las flores de *Hibiscus elatus* existen mucílagos, sustancias reductoras, antocianidinas, taninos y flavonoides, sustancias atóxicas (Márquez & Cuellar, 1999). Dicho estudio permite encaminar el uso del colorante a la industria alimenticia. Además, por tratarse de flavonoides y antocianinas, presentan cambios frente a variaciones de pH., son solubles en agua y resistentes a la acción de la luz según el medio en que se encuentren. A este tipo de colorantes les favorece el medio ácido, lo que

los hace aptos para aplicarse en productos ácidos, en refrescos, jaleas, compotas, mermeladas y confituras. (Alimentatec, 2007).

La Majagua se ha adaptado a las condiciones climáticas y agroecológicas de Colombia, específicamente de Antioquia, donde se encuentra diseminada en amplio rango del territorio, inclusive bastante en el Área Metropolitana. Sin embargo, no se encuentran cultivos comerciales establecidos que aseguren la disponibilidad y sostenibilidad de materia prima, pero este trabajo podrá dar pautas para la utilización de las flores de la Majagua como posible fuente de colorante para la industria de alimentos, lo que puede dar pie al interés en establecer de manera industrial este cultivo, por parte de empresas productoras y comercializadoras de aditivos alimenticios, en convenio con entidades gubernamentales.

El impacto que tendrá este proyecto será tanto a nivel comercial, social e investigativo. En el ámbito social generará más empleos, ya que se requieren personas para que se recolecten las flores. A nivel comercial se estará explotando un recurso que sólo se usaba a nivel artesanal. El impacto investigativo consiste en que si se continúa con el desarrollo de este proyecto, puede ser posible patentarlo, ya que en el campo de los colorantes, no se conoce ningún proceso con estas flores, además puede transferirse la tecnología del proceso a las comunidades donde se encuentren diseminados árboles de Majagua.

No hay que olvidar que este proyecto no ocasionará impactos negativos sobre el ambiente, ya que las materias primas a utilizar, especialmente las flores, serán tomadas del suelo o retiradas de los árboles cuando ya estén abiertas, sin ocasionar ningún daño a la planta.

Las preguntas de investigación que se desean responder en este proyecto son:

¿Cuál es la tendencia del mercado en el uso de colorantes naturales en alimentos?

¿Cuál es el proceso de extracción más eficiente para obtener un colorante a partir de las flores de *Hibiscus elatus*?

¿Cuáles son las mejores condiciones a escala laboratorio para poder extraer el colorante de la Majagua?

¿Qué características posee el colorante que se obtiene a partir de las flores de *Hibiscus elatus*, para que pueda ser utilizado en la industria de alimentos?

¿El proceso de obtención del colorante es económicamente viable?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un producto en polvo a partir de las flores de *Hibiscus elatus* que pueda servir como colorante en la industria de alimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las tendencias del mercado en el uso de colorantes naturales en alimentos, mediante revisiones de bases de datos y de diferente bibliografía, con el fin de elaborar un estudio de mercado preliminar para el colorante a desarrollar.
- Seleccionar el proceso extractivo más eficiente, mediante una revisión bibliográfica del tema, para obtener el colorante a partir de las flores de Majagua.
- Definir los parámetros para el proceso extractivo del colorante a escala de laboratorio, mediante el diseño de experimentos, con el fin de realizar un análisis económico del proceso y permitir un posterior escalado del mismo.
- Evaluar los factores de calidad que debe cumplir el producto, mediante la experimentación y la búsqueda bibliográfica, con el fin de determinar si el colorante obtenido puede ser usado en alimentos.
- Elaborar un análisis económico preliminar en pequeña escala industrial, a partir de los datos obtenidos en el laboratorio, para determinar la viabilidad económica del proyecto por medio de la TIR y el VPN.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EXTRACCIÓN SÓLIDO LÍQUIDO (TREYBAL, 2000)

La extracción sólido – líquido consiste en la disolución preferente de uno o más componentes presentes en una fase sólida por contacto con un solvente líquido. Esta operación unitaria es una de las más comunes y antiguas en la industria química tradicional y ha recibido muchos nombres según la tecnología o complejidad de las operaciones que la componen.

Gran cantidad de productos orgánicos se obtienen por extracción sólido – líquido a partir de las matrices sólidas que los contienen. Entre los ejemplos más comunes se encuentran la obtención del azúcar de la remolacha por medio de extracción con agua caliente, la obtención de aceites de algodón y soya por medio de disolventes orgánicos y la obtención de colorantes naturales con soluciones acuosas a diferentes valores de pH.

Las extracciones se pueden realizar en lotes (estado no estacionario) o en forma continua (estado estacionario). La elección del tipo de operación depende de la forma de los sólidos, del producto a obtener, los costos y dificultades asociadas, entre otros.

La eficiencia de una operación de extracción sólido – líquido depende en la mayoría de las veces del tratamiento previo que se realice al sólido. Con gran frecuencia es deseable disminuir el tamaño de las partículas sólidas con el fin de incrementar el área de transferencia de masa entre el sólido y el solvente. Cuando

se trata de compuestos orgánicos naturales, estos generalmente se encuentran dentro de las células de tejidos animales y vegetales. Si no se realiza ningún tratamiento a dichas células y estas permanecen intactas durante la exposición a un disolvente dado, el proceso de extracción se realiza por ósmosis y este se torna muy lento. Sin embargo, si se tritura o muele la matriz vegetal o animal destruyendo así las células previamente, puede ser también indeseable por la disolución de materiales que no son de interés. Es por esto la importancia de estudiar el tratamiento previo que se le debe dar a la matriz sólida.

En una extracción sólido – líquido se desea también que la temperatura de extracción sea la más elevada posible, ya que al aumentar esta aumenta la solubilidad del soluto de interés en el solvente utilizado. También disminuye la viscosidad y aumenta la difusividad del solvente, lo que hace el proceso de extracción más rápido. En algunos casos, las temperaturas muy elevadas pueden conducir a degradación de los compuestos de interés o a excesiva solubilización de solutos indeseables.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MAJAGUA

La Majagua es una planta originaria de Jamaica y Cuba; su nombre científico es *Hibiscus elatus* sw y pertenece a la familia *Malvaceae* (Árboles ornamentales).

También se le conoce como Majagua azul o Blue majoe, es un árbol siempreverde de tamaño mediano que puede alcanzar más de 25m de alto con un tronco recto de 35 cm o más de diámetro. Se le puede identificar por sus hojas de forma acorazonada y con unos pecíolos largos, a la vez que por sus típicas flores en forma de embudo. La madera del majó es de alta calidad y muy atractiva, con

matices purpúreos, azul metálicos y verde oliva y tiene una variedad de usos, especialmente la manufactura de muebles finos.

ILUSTRACIÓN 1. MAJAGUA ROJA FLORECIDA



Se reporta que la Majagua crece de manera natural solamente en Cuba y Jamaica, en donde se le encuentra en áreas elevadas y húmedas. Existe una evidencia indirecta de una distribución natural aun más restringida, sugiriéndose a Cuba como su lugar de origen, de donde el majó habría sido introducido a Jamaica. El majó también ha sido establecido en plantaciones en ambas islas y se ha naturalizado en el sur de la Florida, en México, Perú, Brasil y a través de las Indias Occidentales (Weaber & Francis).

La Majagua puede localizarse frecuentemente en lugares húmedos de los montes semicaducifolios, a veces en pluvisilvas y pluvisilvas de montaña y sobre suelos fértiles (Árboles ornamentales).

3.3 CICLO VITAL DE LA MAJAGUA

3.3.1 Reproducción y Crecimiento Inicial (Badui, 2006)

3.3.1.1 Flores y Fruto:

Las flores aparecen de una a tres a la vez en pedúnculos verdes y robustos en la base de las hojas al final de las ramitas. El cáliz es de un color verde claro y la corola, que consiste de cinco pétalos elípticos y esparcidos, es amarilla, anaranjada o de un rojo bronceado y se oscurece a medida que envejece. Se pueden encontrar muchos estambres montados en una columna de color rosado con la corola en la base. El pistilo dentro de la columna contiene un ovario de 5 células, un estilo largo y cinco estigmas redondeados. La florescencia ocurre de manera irregular a través de todo el año.

3.3.1.2 Producción de Semillas y su Diseminación:

Las numerosas semillas de pequeño tamaño y vellosas, se encuentran dentro de cápsulas elípticas. Cuando maduran, las cápsulas se secan y se rajan en el árbol y las semillas se dispersan, probablemente en el espacio de una semana, en la vecindad del árbol progenitor. En Jamaica, las semillas maduran durante marzo y abril; entonces, las cápsulas maduras se recolectan del árbol y se colocan al sol para abrirlas. Luego las semillas se separan aplastando y sacudiendo las cápsulas. El peso de las semillas promedia de 1.8 a 1.9 g por 100 semillas.

3.3.1.3 Reproducción Vegetativa:

La Majagua se puede reproducir a partir de estacas leñosas tomadas de las plántulas y los brinzales. Las estacas deberán tener aproximadamente 45 cm de largo y de 5 a 15 mm de grueso y deberán insertarse dos tercios de su

longitud en suelo húmedo bajo una sombra ligera en el campo o en el vivero. Aproximadamente el 50 por ciento arraigará en un espacio de 3 meses. Las plántulas, los brinzales y los árboles de majó en etapa de poste pequeño rebrotan bien al ser cortados. El rebrote epicórmico ocurre también en el majó. Esta condición, a la vez que la aparición de raíces adventicias alrededor de las heridas basales parece ser más común en las áreas húmedas.

3.4 OBTENCIÓN DE PRODUCTOS NATURALES

En general, el proceso de obtención de productos naturales a partir de plantas, está dividido en los siguientes procesos básicos: secado, molienda, extracción, purificación y secado del producto final. Las variaciones de estas etapas, dependen de la planta con la que se esté trabajando y el tipo de producto natural que se desea obtener.

3.4.1 Materias primas (Sharapin, 2000)

Los productos obtenidos de forma natural, presentan diferencias en su composición química. Por lo que puede decirse que están definidos por su proceso de extracción y por consiguiente, por la calidad de la materia prima y el solvente utilizado para este proceso.

Otro factor determinante, es el hecho de que la composición de sustancias activas en las plantas puede variar por diferentes razones: el tipo de cultivo, el clima, el suelo, las condiciones de cultivo, etc. Por ello es muy importante controlar en la medida de lo posible, las condiciones de cultivo, recolección, almacenamiento y manipulación de la materia prima.

La literatura recomienda tener plantas de diferentes lotes, de diferentes áreas y mezclarlas, para garantizar la homogeneidad del producto que se desea obtener. (Wijesekera, 1991).

3.4.2 Cultivo de las plantas

En el cultivo de plantas con fines de obtención de productos naturales, es muy importante el proceso de cultivo de las mismas, ya que de este depende en gran medida el contenido que la planta pueda tener del principio activo que se desea obtener.

Existen tres factores primordiales en el cultivo de plantas, para la obtención de los principios activos, estos son, los factores genéticos; debido a que los principios activos en las plantas son producto de su metabolismo secundario relacionado estrechamente con su mapa genético; factores ontogenéticos; ya que los principios activos pueden variar según la edad y el desarrollo de la planta y por último los factores ambientales; ya que influyen directamente en la expresión de los genes y por tanto en la producción de metabolitos secundarios. (Wijesekera, 1991).

3.4.3 Recolección

Según la parte de la planta de donde se desea obtener el extracto, existe un tiempo más adecuado para su recolección. Sin embargo, existen unos principios básicos que pueden aplicarse si no se conoce con exactitud cuáles son sus principios activos.

Las sumidades floridas deben ser recogidas durante su floración y preferiblemente antes de la formación de sus semillas. Las flores deben ser cortadas antes de que abran completamente, aunque en ocasiones pueden ser recolectadas con sus inflorescencias abiertas.

Otro factor importante es la hora de recolección, ya que la cantidad de principios activos varía durante el día. En el caso de la majagua, lo ideal es recolectar las flores durante las horas de la mañana, debido a su alto contenido de glicósidos. (Sharapin, 2000)

3.4.4 Procesamiento pos –cosecha

Este procesamiento tiene como fin la conservación de las características físicas, químicas y organolépticas de la planta. En primer lugar, debe realizarse una separación manual de las partes que la planta pueda tener deterioradas, manchadas o con señales de ataque por insectos o por hongos. El siguiente paso, involucra el lavado ya sea con agua jabonosa o con agua dura, para remover el polvo y las partículas adheridas a la planta. (Sharapin, 2000).

Este proceso, es muy delicado, ya que pueden eliminarse los principios activos de la planta y además, aumentar el tiempo de secado de la planta y por ende los costos de producción.

3.4.5 Secado

El contenido de humedad en las plantas frescas puede variar entre el 60 y el 80%, mientras que con el secado, este se reduce entre un 0.5 y un 12%. Teóricamente

puede decirse que la pérdida de peso para una flor durante el secado es de entre un 15 y un 80%.

Con esta etapa de secado, se evita la degradación de la planta, que puede ser ocasionada por la acción de enzimas o fermentos, además se impide el desarrollo de microorganismos y la ocurrencia de reacciones de oxidación y de hidrólisis. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta operación no debe realizarse a muy altas temperaturas, ya que se corre el riesgo de eliminar sustancias termolábiles. Usualmente se usa una temperatura de secado entre 30 y 60°C, y preferentemente en estufas con circulación de aire caliente. (Sharapin, 2000).

3.4.6 Almacenamiento

En esta etapa se debe tener cuidado, ya que se corre el riesgo de que los principios activos de la planta se degraden. Aunque el período que recomienda la literatura para almacenar las flores es de 12 a 18 meses, algunas plantas pierden sus principios activos de forma más acelerada.

Las mejores condiciones de almacenamiento deben proteger a la planta del sol, el polvo, los roedores y los insectos, para poder prevenir la degradación de sus principios.

El almacenamiento debe hacerse en sacos de fique o en fardos, ya que estos permiten una mejor ventilación de la planta. No se recomiendan los envases plásticos, ya que éstos no permiten la adecuada aireación. Se recomienda marcar los sacos de almacenamiento con el nombre científico de la planta, la parte usada,

la fecha de ingreso, el nombre del proveedor, el origen y la aprobación dada por control de calidad.

El lugar donde se vaya a almacenar la planta debe estar limpio, libre de insectos y evitar que la luz solar incida de forma directa sobre el sitio. (Sharapin, 2000).

3.4.7 Molienda

Esta etapa del proceso tiene como finalidad la reducción del tamaño de las partículas del material vegetal, con el fin de adecuarla para el proceso de extracción; ya que sin este proceso, la penetración del solvente en el tejido vegetal sería incompleta y muy lenta, debido a que las membranas celulares de la planta actúan como barrera que dificulta el proceso extractivo.

La planta ya molida, se clasifica de acuerdo con el tamaño de las partículas, el cual debe ser concordante con el proceso de extracción. Este proceso de molienda, debe estar seguido de un tamizaje del material, ya que al moler, pueden quedar partículas muy finas que es necesario separar. Las partículas que excedan el tamaño de partícula determinado para el proceso, deberán regresar al molino para ser reducidas aún más; de la molienda se debe obtener un polvo que no sea muy fino por que puede ocasionar problemas de extracción. En los procesos de percolación suele compactarse el polvo y evitar el paso del solvente, en los procesos de maceración las partículas finas pueden pasar al extracto volviéndolo turbio.

Cuando el material vegetal tiene como destino la producción de extractos o tinturas, se usa en general, el polvo clasificado como “moderadamente grueso” o

“semifino”, el cual corresponde a un tamiz entre malla 22 y 44. (Sharapin, 2000). Para efectos de los ensayos experimentales se tamizó el material vegetal por una malla 30, que tiene un diámetro de abertura de 500 μm aproximadamente.

El equipo que se seleccione va a depender de la naturaleza del material vegetal y del tamaño de partícula polvo que se quiere obtener. Para el caso de las hojas y las flores, la literatura recomienda los molinos de cuchillas. (Sharapin, 2000).

3.4.8 Extracción

La materia prima usada para la extracción es la planta seca luego del proceso de molienda. En este punto, cuando la planta se pone en contacto con el solvente se inicia un proceso de reconstitución del estado original de las células. Al inicio el solvente ingresa a la célula y expelle el aire contenido en el citoplasma, con lo cual inicia el proceso extractivo. Ya el solvente al interior de las células induce un momento bipolar en las moléculas de los compuestos que van a ser extraídos. La capacidad de asociación puede expresarse en términos de la constante dieléctrica (ϵ). Mientras más polar sea un solvente mayor será su constante dieléctrica. Así pues compuestos polares se disuelven en solventes de altas constantes dieléctricas y viceversa. Los procesos de extracción interfieren en la constante de equilibrio desplazándolo hacia el exterior de la célula.

Los solventes más usados para extraer los productos naturales de las plantas son el agua, el etanol, la glicerina, el propilenglicol y las mezclas de éstos. Al escoger un solvente que se va a utilizar, es necesario tener en cuenta aspectos como la facilidad de manipulación, el precio, la seguridad, el riesgo ambiental y la toxicidad. Por estos factores se recomienda para estos procesos, las mezclas hidro-alcohólicas.

El agua utilizada no necesita ser destilada ni desmineralizada ya que de por sí la planta contiene minerales, sólo es necesario que el agua sea apta para el consumo humano, es decir, que sea potable.

Durante la extracción ocurren dos procesos paralelos: la lixiviación de las sustancias solubles de células rotas y la difusión de las sustancias solubles de las células que no se rompieron. La lixiviación es rápida mientras que la difusión es lenta ya que comprende otros tres procesos; la penetración del solvente en la célula, la disolución de las sustancias extraíbles y la difusión como tal. Este último se beneficia con el uso de solventes acuosos o parcialmente acuosos.

Los procesos de extracción se pueden clasificar en 2 grupos principales:

- Los que el proceso termina al alcanzar un equilibrio de concentración entre la droga y la solución (Tinturas, maceración y maceración dinámica.)
- En los que hay una extracción exhaustiva de las sustancias solubles en el medio elegido (percolación, re - percolación y extracción contra corriente).

Un ejemplo del primer caso es la maceración la cual puede ser tanto dinámica como estática. En la maceración el equilibrio depende de las características del extracto, de su contenido de humedad, de la molienda, el solvente usado, y tiempo de contacto. Estos parámetros se afectan unos a otros y deben ser especificados para cada extracto. El procedimiento de extracción se detiene cuando las sustancias extractivas están igualmente distribuidas en el solvente y en la planta. Industrialmente la maceración se encuentra conectada al proceso de percolación. (Sharapin, 2000).

3.4.8.1 Variables que influyen en el proceso extractivo

Las variables que más influyen en el proceso de extracción de un producto natural, sin importar la escala de producción, son: el tamaño de partícula en el que se tiene la planta, la agitación, la temperatura, el pH, la naturaleza del solvente y el tiempo de extracción.

3.4.8.1.1 *Tamaño de partícula*

Teóricamente la eficiencia del proceso de extracción, sería mayor en cuanto el tamaño de partícula de la planta molida fuese menor, ya que en este caso, existiría una mayor área de contacto con el solvente. En la práctica, la presencia de partículas demasiado pequeñas dificulta el proceso de extracción, debido a que se presentan falsas vías y compactación, lo que hace necesario realizar una nueva filtración del producto obtenido.

Por otra parte, la penetración del solvente en fragmentos mayores de la droga es lenta, y la salida de las sustancias de interés se hace mucho más lenta, por esta razón la literatura recomienda el uso de polvos moderadamente gruesos a la hora de buscar la obtención de productos naturales.

3.4.8.1.2 *Agitación*

La eficiencia del proceso de extracción, es función del equilibrio de saturación del solvente. La agitación hace que nuevas cantidades de solvente, pobre en los compuestos de interés, entren en contacto con el sólido y se alcance un nuevo equilibrio de saturación. El movimiento del líquido, con la ayuda de bombas, para la recirculación del solvente, o el uso de agitadores mecánicos, desplaza el equilibrio en el sentido de la saturación del solvente, aumentando la eficiencia del

proceso.

3.4.8.1.3 *Temperatura*

La disolución de las sustancias extraíbles es facilitada por el aumento de la temperatura: de la misma manera que la agitación, la temperatura contribuye al desplazamiento de la constante de equilibrio de saturación y aumenta la eficiencia del proceso. Sin embargo, hay que tener en cuenta, que algunas de las sustancias de interés pueden ser termolábiles y ser destruidos por causa de altas temperaturas.

3.4.8.1.4 *pH*

El PH influye en la solubilidad de diversos compuestos ya que permite la posibilidad de formación de sales.

3.4.8.1.5 *Naturaleza del solvente*

El alcohol etílico y sus mezclas con agua es el solvente por excelencia para la obtención de extractos y tinturas. Cuando no existen estudios específicos, se recomienda utilizar una mezcla de alcohol 1:1 para las partes aéreas de la planta, ya que esta concentración evita la extracción de la clorofila y de las sustancias polimerizadas o resinoides que, generalmente, no son parte de los compuestos de interés y que complican las etapas posteriores de purificación, por el hecho de presentar precipitados viscosos. (Sharapin, 2000).

3.4.8.1.6 *Tiempo de extracción*

Se debe determinar experimentalmente en función del solvente, la planta y del equipo seleccionado. Esta variable es importante en el sentido que debe ser suficiente para obtener los compuestos de interés pero tampoco debe ser excesivo como para introducir inconvenientes en la productividad a la hora de escalar el proceso. (Sharapin, 2000).

3.4.9 Clarificación del producto

En esta etapa, se deben retirar aquellas partículas sólidas o flóculos de material inerte que están presentes en el extracto luego de la extracción. Esta etapa del proceso puede ahorrarse, si se utiliza un percolador como equipo para la extracción. En caso de contar con el percolador, la clarificación del extracto obtenido puede realizarse mediante sedimentación, decantación, centrifugación o filtración.

3.4.10 Concentración y eliminación de solventes

En esta parte del proceso se busca aumentar el contenido de sólidos presentes en el extracto obtenido con el fin de prepararlo para el secado en el spray dryer. Durante este proceso pueden existir complicaciones, ya que en la concentración es posible degradar sustancias termolábiles presentes en el colorante; para evitar esta situación, lo ideal es efectuar la concentración al vacío.

3.4.11 Secado

Esta etapa se lleva a cabo cuando se desea obtener un extracto seco, los cuales ofrecen como ventajas la estabilidad química, la facilidad de almacenamiento y de

transporte. El secado debe llevarse a cabo con cuidado también, ya que en este proceso se destruyen sustancias termolábiles. A nivel industrial se usa el proceso de secado por atomización o spray dryer, ya que la liofilización es bastante costosa. (Sharapin, 2000).

3.5 COLORANTES NATURALES EN ALIMENTOS

Un colorante se define como aquella sustancia o mezcla de sustancias capaz de conferir o intensificar el color de los alimentos, entendiendo por color aquella parte de la energía radiante que se percibe mediante la estimulación de la retina ocular (longitudes de onda entre 380 y 780 nm) (Anónimo, 2007).

En la siguiente tabla pueden observarse los diferentes colores que el ojo humano percibe y el rango de longitud de onda en que absorben la luz.

**Tabla 2. Relación entre las longitudes de onda y los colores percibidos
(Anónimo, 2007)**

<i>Color</i>	<i>Longitud de onda (nm)</i>
Rojo	625 – 740
Naranja	590 – 625
Amarillo	565 – 590
Verde	520 – 565
Cian	500 – 520
Azul	450 – 500
Añil	430 – 450
Violeta	380 – 430

A nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA), además la Comunidad Económica Europea (CEE) han determinado listados de aditivos para alimentos entre los que consideran los colorantes; la más utilizada es la denominada lista E de aditivos, y a continuación se relacionan los colorantes permitidos de acuerdo con ella.

Tabla 3. Algunos colorantes permitidos según la CEE (EUROPEO)

Número CEE	Nombre
E100	Curcumina
E101	Rivoflavina
E102	Tartrazina
E120	Cochinilla
E124	Rojo cochinilla
E127	Eritrosina
E128	Rojo 2G
E129	Rojo altura
E142	Verde S
E150a	Caramelo natural
E160a	Carotenos
E160c	Extracto de pimentón
E162	Rojo de remolacha
E163	Antocianina

3.5.1 Legislación de colorantes

A principios del siglo XX se empleaban aproximadamente 80 colorantes en todo el mundo libres de alguna restricción (Giger, 2002). En el tema de colorantes existen bastantes discusiones respecto de sus niveles de toxicidad y posible carácter

alergénico. En la legislación colombiana, de acuerdo con la resolución 10593 de julio 16 de 1985 (MINISTERIO DE SALUD, 1985) (emitida por el Ministerio de Salud –hoy Ministerio de la Protección Social) se determina cuáles son las cantidades máximas de colorante y los colorantes permitidos para el uso en alimentos.

3.5.2 Patentes

Pese a que en el país no existen industrias nacionales productoras y que tanto multinacionales como productores colombianos solo mezclan, en el país existe recurso humano calificado para la implementación de empresas productoras. Se depende de la importación de equipos de análisis instrumental y se tendría que competir con países y multinacionales que han adelantado investigación, tienen registros de patentes y producen con estándares de calidad.

La distribución mundial de las patentes reseñada a continuación muestra los países que dominan el mercado, la investigación y el desarrollo de punta del renglón y permite explicar la concentración del mercado productor de materiales tintóreos de calidad industrial.

Tabla 4. Distribución de patentes de colorantes y materiales tintóreos por país

<i>País</i>	<i>Patentes sobre fuentes de colorante</i>	<i>Patentes sobre aplicaciones</i>	<i>Total</i>
Japón	158	95	253
Estados Unidos	85	63	148
Alemania	34	27	61

Gran Bretaña	26	19	45
Rusia	29	5	34
Francia	15	3	18
Hungría	17	0	17
Canadá	4	5	9
Países Bajos	1	5	6
Otros	8	12	20
Total	377	234	611

Fuente: Estudio de mercado colorantes y pigmentos. Instituto Alexander von Humboldt

4. DESARROLLO DEL PRODUCTO

4.1 ESTUDIO DEL SECTOR COLORANTES: PLATAFORMA ESTRETÉGICA DE MERCADEO

4.1.1 Propuesta de valor

Ubicados en el sector de alimentos como principal enfoque comercial, se presenta una propuesta de valor sólida, en cuanto a composición, flexibilidad en oferta a diversos procesos productivos de múltiples alimentos y productos fundamentada en los siguientes aspectos:

4.1.1.1 Presentación

El colorante que se extraerá de la Majagua, se procesara para presentarse en polvo, ya que esta característica evita la degradación del color, la formación de hongos y bacterias en el mismo y además facilita su almacenamiento y transporte, ventajas que no generaría una presentación líquida.

Referente al embalaje, se piensa en bolsas termo selladas de aluminio. Esta presentación permite conservar mejor el colorante y preservarlo de la acción de la luz, con el objetivo de contar con distribuciones de fácil manejo y mínima manipulación, condiciones exigidas por la industria de alimentos.

4.1.1.2 Disponibilidad de materias primas

Una alta disponibilidad de materias primas fundamentalmente de la Majagua, permiten asegurar un proceso productivo (extracción) mas eficiente con tiempos de entrega mínimos, para el abastecimiento de los clientes directos (industrias de alimentos) y de igual manera se asegurara la permanencia del producto en el sector a un largo plazo.

La Majagua se ha adaptado a las condiciones climáticas y agro ecológicas de Colombia, específicamente de Antioquia, donde se encuentra diseminada en amplio rango del territorio, inclusive bastante en el Área Metropolitana.

4.1.1.3 Impacto en el medio ambiente

El desarrollo de los procesos de extracción, con la intervención y manipulación de agentes químicos no ocasionará impactos negativos sobre el ambiente, ya que las materias primas a utilizar, especialmente las flores, serán tomadas del suelo o retiradas de los árboles cuando ya estén abiertas, sin ocasionar ningún daño a la planta; así mismo la manipulación y selección de los agentes químicos se realizará con la regulación continua y estricta del INVIMA.

Aunque no se encuentran cultivos comerciales establecidos que aseguren la disponibilidad y sostenibilidad de materia prima, se plantea que cono este proyecto de investigación y con posibilidad empresarial, podrá dar pautas para la utilización

de las flores de la Majagua como posible fuente de colorante para la industria de alimentos, lo que puede dar pie al interés en establecer de manera industrial este cultivo, por parte de empresas productoras y comercializadoras de aditivos alimenticios, en convenio con entidades gubernamentales. Lo cual beneficiaría directamente al cuidado del medio ambiente, mediante la reforestación y la preservación de esta especie de árboles.

4.1.1.4 Flexibilidad en cuanto a su uso en diferentes tipos de productos

Un estudio fitoquímico sugiere que en la composición de las flores de *Hibiscus elatus* existen mucílagos, sustancias reductoras, antocianidinas, taninos y flavonoides, las cuales se caracterizan por ser sustancias atóxicas (Márquez & Cuellar, 1999). Dicho estudio permite encaminar el uso del colorante a la industria alimenticia.

Además, por tratarse de flavonoides y antocianinas, presentan cambios frente a variaciones de PH., son solubles en agua y resistentes a la acción de la luz según el medio en que se encuentren. A este tipo de colorantes les favorece el medio ácido, lo que los hace aptos para aplicarse en productos ácidos, en refrescos, jaleas, compotas, mermeladas y confituras podrá aplicarse en lácteos, jugos, zumos y jarabes.

4.1.1.5 Impacto investigativo, social y comercial

El impacto investigativo consiste en que si se continúa con el desarrollo de este proyecto, puede ser posible patentarlo, ya que en el campo de los colorantes, no se conoce ningún proceso con estas flores, además puede transferirse la tecnología del proceso a las comunidades donde se encuentren diseminados árboles de Majagua, lo que generaría un beneficio en el ámbito social al país.

En el ámbito social generará más empleos, ya que se requieren personas para que se recolecten las flores.

A nivel comercial se estará explotando un recurso que sólo se usaba a nivel artesanal

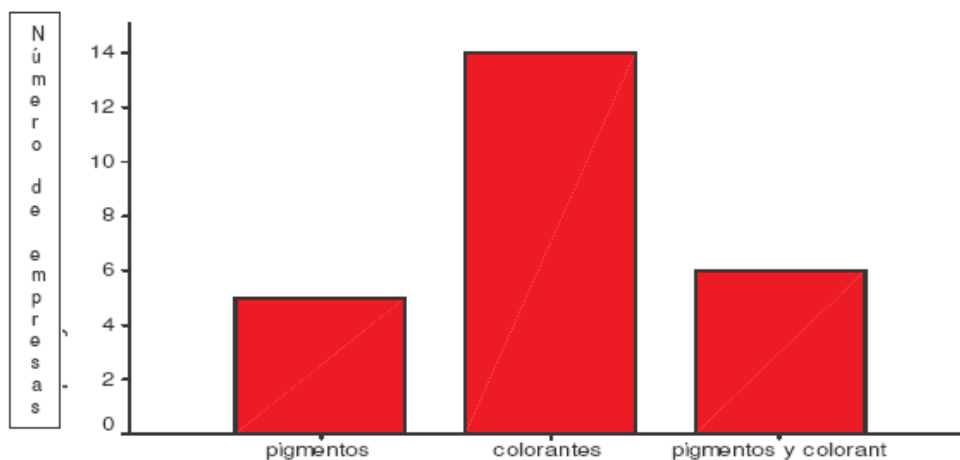
4.1.2 Lugar que ocupa el sector en el país

Los colorantes naturales están incluidos como productos en varios sectores económicos del país; pero sobresale su presencia en el sector de alimentos y en el de productos naturales.

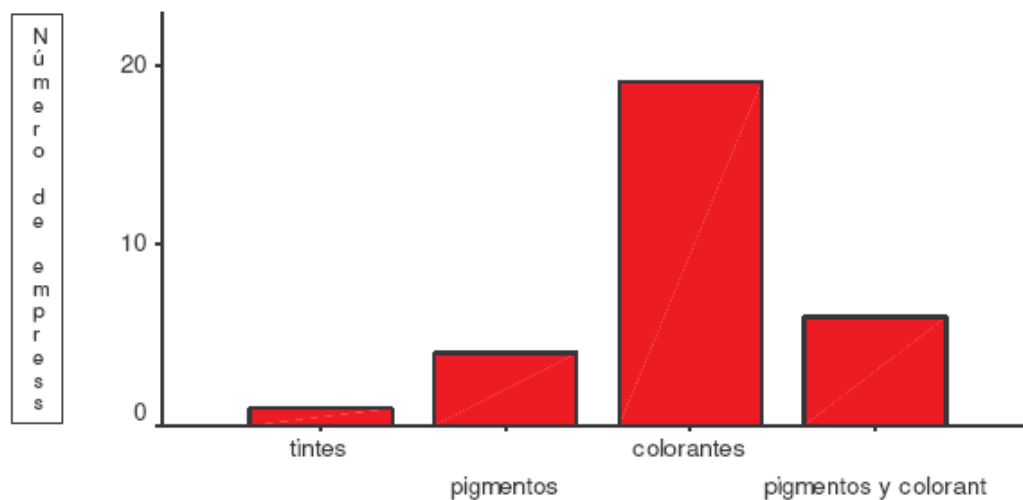
Las industrias de cosméticos, alimentos, farmacéuticos, productos domésticos (aseo y limpieza), pinturas, lacas, barnices, tintas de impresión y recubrimiento entre otros, son los sectores que más demandan colorantes. (Cáceres, Jiménez, 2004).

De acuerdo con estudios realizados por el Instituto Alexander von Humboldt y el ministerio del medio ambiente, la industria de alimentos es el mayor consumidor de colorantes, especialmente para las industrias de lácteos (quesos, yogurt, flanes, pudines, etc.), cárnicos, harinas y pastas, salsas y aderezos, licores y bebidas, pastelería y confitería. También a partir de estos estudios se obtuvieron las siguientes gráficas:

GRÁFICA 1. TIPO DE MATERIAL TINTÓREO NATURAL O SINTÉTICO COMERCIALIZADO



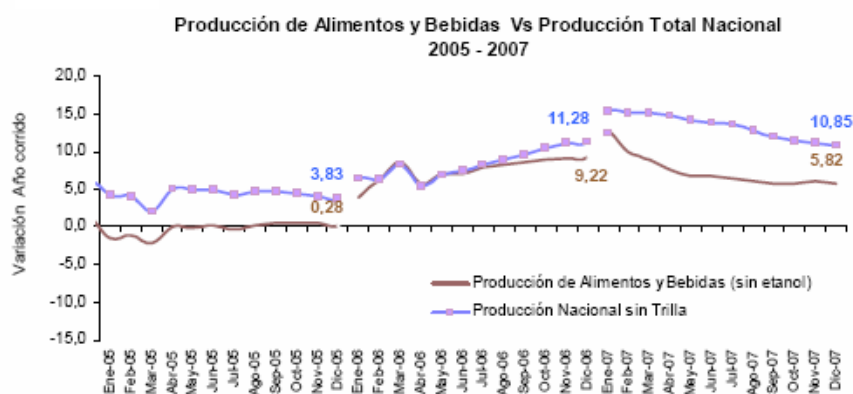
GRÁFICA 2. TIPO DE MATERIAL TINTÓREO NATURAL O SINTÉTICO DEMANDADO



A partir del análisis de las dos gráficas anteriores, puede decirse que los colorantes son un producto natural de alta demanda en Colombia, por lo que se justifica realizar un mayor número de estudios que contribuyan a satisfacerla. También hay que tener en cuenta que en el sector de colorantes para alimentos se encuentra una gran oportunidad comercial, ya que las legislaciones mundiales

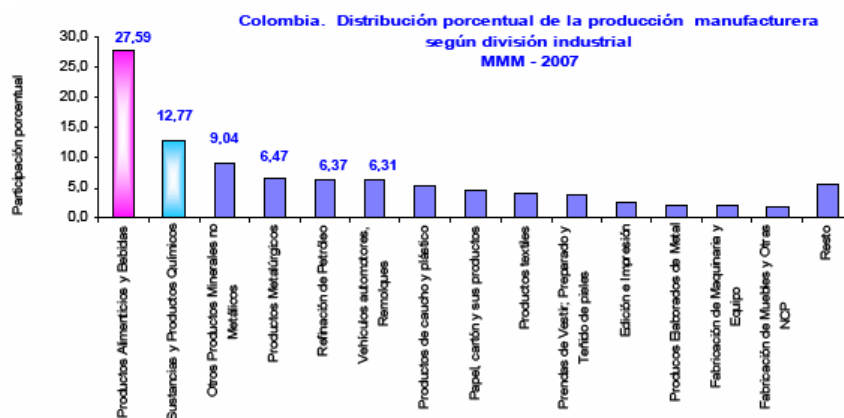
tienden a exigir un mayor uso de colorantes naturales en el corto plazo. (Cáceres; Jiménez, 2004). En este momento, los colorantes de mayor explotación comercial en el país son el achiote, la cochinilla y la cúrcuma.

GRÁFICA 3. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS ENTRE EL 2005 Y EL 2007



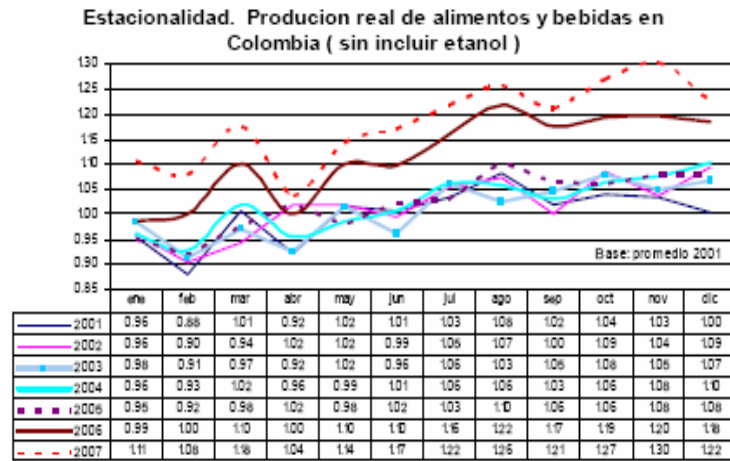
Fuente: Encuesta mensual manufacturera. DANE (www.dane.gov.co)

GRÁFICA 4. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN MANUFACTURERA



Fuente: Muestra Mensual Manufacturera

GRÁFICA 5. PRODUCCIÓN REAL DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN COLOMBIA



Fuente: Muestra Mensual Manufacturera

ILUSTRACIÓN 2. INDICADORES DE COMPETITIVIDAD EN ALIMENTOS



INFORMACIÓN ESTADÍSTICA

Colombia, indicadores de competitividad de Alimentos*
2001 - 2005 (III trimestre)

Año	Trimestre	Miles de dólares			Variación anual (%)		(%)		IPL	IRH	ICLU
		Importaciones	Exportaciones	Balanza Comercial	Importaciones	Exportaciones	TAE	TPI			
2001	I	165 943,0	383 534,6	217 591,6	n.d	n.d	19,58	10,29	96,55	96,08	101,47
	II	172 658,9	403 567,6	230 908,7	n.d	n.d	20,79	10,99	97,51	100,50	101,90
	III	178 320,4	401 594,4	223 274,0	n.d	n.d	19,17	10,33	102,68	100,34	97,37
	IV	154 672,6	501 457,5	346 784,9	n.d	n.d	24,12	9,68	103,25	103,08	99,25
2002	I	155 437,2	379 390,7	223 953,5	-6,33	-1,08	19,27	9,63	102,76	108,78	106,69
	II	159 939,7	413 252,2	253 312,5	-7,37	2,40	19,88	9,45	103,25	108,56	104,53
	III	164 331,5	385 644,7	221 313,2	-7,84	-3,97	20,44	10,53	106,47	108,87	89,22
	IV	148 479,1	467 377,3	318 898,1	-4,00	-6,80	24,00	9,79	112,32	110,70	81,22
2003	I	159 594,9	400 285,0	240 690,1	2,67	5,51	22,57	11,17	108,78	113,67	81,68
	II	159 003,2	406 552,6	247 549,4	-0,59	-1,62	22,46	11,03	107,27	117,18	87,47
	III	172 810,1	440 349,8	267 539,6	5,16	14,19	22,41	11,04	109,87	112,32	82,31
	IV	146 914,2	487 652,7	340 738,5	-1,05	4,34	24,62	9,71	111,69	119,53	86,55
2004	I	162 528,5	455 877,3	293 348,8	1,84	13,89	21,49	9,67	112,74	121,77	91,54
	II	193 905,0	466 151,6	272 246,5	21,95	14,66	22,13	11,52	109,59	127,32	99,23
	III	194 560,8	519 598,4	325 037,6	12,59	18,00	22,82	11,00	111,72	124,32	98,34
	IV	167 472,8	596 182,3	428 709,6	13,99	22,26	23,79	8,93	115,21	128,03	101,90
2005	I	181 413,8	703 211,9	521 798,1	11,62	54,25	26,77	9,48	112,04	129,77	113,19
	II	184 893,7	713 848,8	528 955,1	-4,65	53,14	27,12	9,65	106,88	126,30	116,08
	III	213 325,8	658 556,1	445 230,3	9,64	26,74	24,63	10,57	109,47	125,31	114,11

En la graficas anteriores se puede notar que el sector alimenticio se mantiene al alza año tras año, además en el grafico 4 se ve la participación que tiene el sector a nivel nacional con respecto a la producción total manufacturera, la participación

es de aproximadamente un 27%, esto implica una gran oportunidad para generar un posible negocio.

4.2 FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL SECTOR

4.2.1 Fortalezas

4.2.1.1 Aspecto comercial

- Colombia es un país rico en biodiversidad, y muchas veces estos recursos no se aprovechan con el fin de mejorar la calidad de vida de los colombianos mediante el uso comercial de los mismos. Este proyecto promoverá el uso de un recurso que sólo se aprovechaba como árbol ornamental o como fuente de fibras para artesanías.
- El colorante de la majagua también será una innovación comercial, ya que en el país se explotan muy pocos colorantes naturales.
- En Colombia el mercado de productos verdes está en crecimiento, por tanto la obtención de colorantes a partir de fuentes naturales es una gran oportunidad para el desarrollo del país.

4.2.1.2 Aspecto técnico

- Los productos de origen natural son obtenidos mediante procesos productivos muy sencillos, que no requieren de inversiones de capital demasiado altas, lo que permite un rápido retorno sobre las inversiones realizadas.

- Debido a que los colorantes naturales se extraen de formas similares, este proceso permitirá una mayor flexibilidad de planta para el aprovechamiento de otras fuentes de colorantes naturales.

4.2.1.3 Aspecto legal

La legislación sobre colorantes sintéticos en el mundo, cada día se hace más estricta, debido a que diferentes estudios han revelado el carácter poco saludable de algunos colorantes, como el amarillo 5. Colombia no se ha quedado atrás en este aspecto, y a partir del año 2007, ha empezado a regular el uso del amarillo no. 5 y de otros colorantes en alimentos y cosméticos. Por eso los colorantes obtenidos a partir de la majagua y debido a su carácter inocuo, generan una ventaja a nivel legal para Colombia.

4.2.2 Debilidades

4.2.2.1 Aspecto comercial

- La información existente sobre el mercado de los colorantes naturales en Colombia es escasa. En este momento, es un mercado en proceso de desarrollo.
- Las materias primas para los colorantes naturales son de origen nativo y en este momento los cultivos comerciales son escasos, lo que dificulta el escalado industrial; además pone en peligro la supervivencia de algunas especies que de ser llevadas a nivel industrial sin un estudio de sostenibilidad ambiental y social, pondrían en peligro la biodiversidad del país.

4.2.2.2 Aspecto técnico

- Pueden presentarse dificultades a la hora de escalar el proceso, ya que es posible no contar con la tecnología necesaria, lo que lleva a procesos muy rudimentarios que no aprovechan de forma eficiente las materias primas.

4.3 NOCIÓN AL INVERSIONISTA

4.3.1 Análisis de la oferta y la competencia

El mercado de colorantes naturales, es un mercado en crecimiento, debido a la creciente demanda por productos naturales, de parte del consumidor final.

En este momento no existe un gran número de empresas que se dediquen a la extracción de colorantes naturales propiamente dicha. En estudios realizados por el Instituto Alexander von Humboldt y el Ministerio del medio ambiente, se encontró que de la industria de colorantes, sólo unas 10 empresas se clasifican como productoras; 32 como comercializadoras y unas 30 empresas se clasificaron como consumidoras. En este estudio se tuvo en cuenta que algunas de las empresas clasificadas en cualquiera de las categorías anteriores, no suministraron información, por lo que no fueron incluidas dentro de la lista. Además, se encontró que tanto las multinacionales como las empresas nacionales se dedican es a la mezcla de colorantes (Cáceres; Jiménez, 2004) y no a la producción de los mismos. Para este caso, la oferta estaría dada por la gama de productos que ofrecen las empresas clasificadas como productoras (y mezcladoras), ya que estas serían la competencia directa para los colorantes a desarrollar; esto incluye tanto colorantes naturales como artificiales.

Hay que aclarar que para las empresas es difícil concebir una clasificación de los colorantes de acuerdo a su origen natural o artificial, debido a que su interés radica es en los precios de los mismos; esto se debe a que en Colombia no existe una norma que obligue a la industria de alimentos, en especial a los productores de jarabes, lácteos, yogures, confitería y repostería a usar colorantes de origen natural en sus preparaciones. (Cáceres; Jiménez, 2004)

4.3.2 Naturaleza competitiva del mercado

El mercado de colorantes no es realmente competitivo. Está dominado principalmente por los colorantes artificiales. En este momento, debido a las nuevas leyes, que previenen sobre los efectos alérgicos de algunos colorantes artificiales, puede ocurrir un cambio en esta situación y transformarse el mercado en uno más competitivo para los colorantes naturales.

La principal dificultad para el ingreso al mercado de los colorantes naturales, es su costo en relación a los colorantes artificiales.

En cuanto a innovaciones, este mercado no es muy creativo. Básicamente consisten en mezclas de colorantes ya existentes para obtener nuevos tonos. Otra forma de innovación es la investigación de nuevos posibles candidatos a colorantes, con el fin de poder sustituir los artificiales por otros de origen natural. Esta tarea es bastante compleja y extensa, ya que el desarrollo de un nuevo tono requiere la estandarización de los procesos, tarea que resulta complicada al trabajar con materias primas de origen vegetal, además se requiere del desarrollo de estándares y la realización de pruebas de genotoxicidad y citotoxicidad con el fin de determinar si el colorante es apto para el consumo humano y que no

genera efectos colaterales en el organismo con el pasar del tiempo. Estos estudios son costosos y requieren de tiempo.

Respecto a la presentación de los colorantes el mercado los prefiere en polvo, debido a su mayor facilidad de manejo (Cáceres; Jiménez, 2004) Por eso se optó por esta presentación para el colorante.

4.4 ANÁLISIS DEL MERCADO

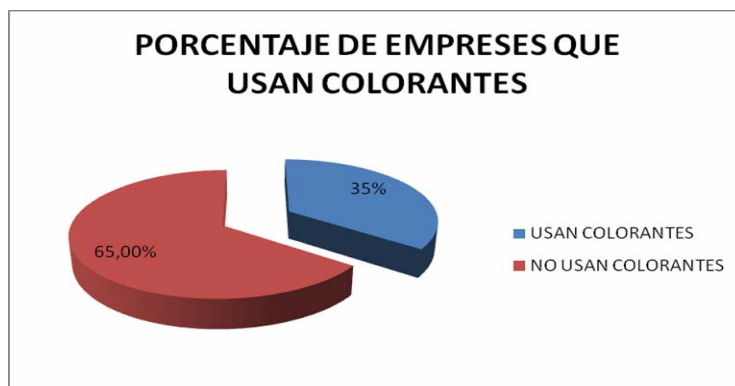
4.4.1 Mercado de NATUCOLOR

4.4.1.1 Identificación del mercado

El producto estará dirigido especialmente a las empresas productoras de alimentos y de aditivos alimentarios ubicadas en Colombia.

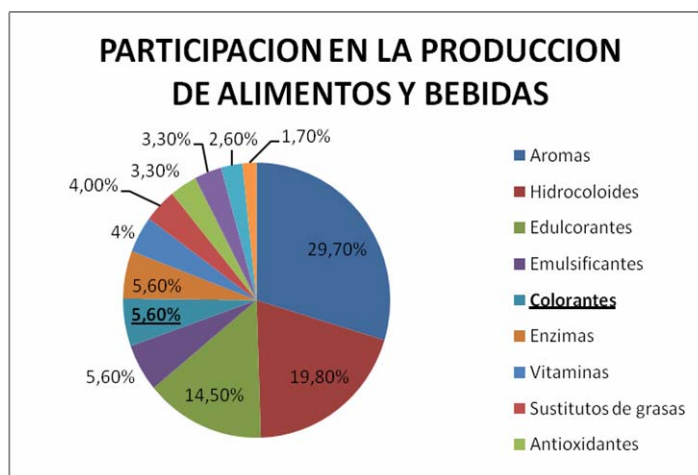
En el país, la industria alimentaria esta segmentada en diferentes sub-industrias, del 100% de estas el 35% son un mercado objetivo potencial. En la siguiente tabla se mostrara la participación de cada industria en la producción de alimentos de Colombia, y cuales de ellas son los posibles clientes a futuro:

GRÁFICA 6. PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE USAN COLORANTES Y SU PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO



CATEGORIA	PARTICIPACION EN LA PDN
Aromas	29,70%
Hidrocoloides	19,80%
Edulcorantes	14,50%
Emulsificantes	5,60%
Colorantes	5,60%
Enzimas	5,60%
Vitaminas	4%
Sustitutos de grasas	4,00%
Antioxidantes	3,30%
Fosfatos	3,30%
Anticribianos	2,60%
Agentes anticuerpos	1,70%
Total	100,00%

Fuente: Revista aditivos e ingredientes -No. 07(2000)



Como se nota en el gráfico anterior, de la producción total de alimentos las empresas productoras invierten 5,6% del costo de la producción en materias primas colorantes.

GRÁFICA 7. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PROCESADOS Y BEBIDAS

PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PROCESADOS Y BEBIDAS POR CLASES DE ACTIVIDAD

(Cifras En Millones De Pesos a Precios Corrientes de 1993)

Rama	1997	1998	1999	2000	TMCA %	Partic% 00
ELABORACION DE ALMIDONES FECULAS Y LEVADURAS	113806,1	179056,7	304463,1	382470,5	49,8	2
ELABORACIÓN DE BEBIDAS DESTILADAS DE AGAVES	51242,9	62976,5	123019,4	162701,2	47	0,8
BENEFICIO DE ARROZ	27771,7	44802,7	57858,2	86355,4	46	0,4
MOLIENDA DE TRIGO	224599,1	411666,8	759392,9	643781,8	42,1	3,3
TRATAMIENTO Y ENVASADO DE LECHE	451623	622259,7	895174,9	1156677	36,8	6
ELABORACIÓN DE OTRAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS DES.	6223,3	11747,2	13650,8	15884,5	36,7	0,1
ELABORACIÓN DE CONCENTRADOS Y JARABES	288472,6	413598,1	549256,7	709865,4	35	3,7
ELABORACIÓN DE CAFÉ SOLUBLE	153851,3	240222,6	324204,1	374240,9	34,5	1,9
PANADERÍA Y PASTELERÍA INDUSTRIAL	363700,5	494546,9	711786,5	880156	34,3	4,6
ELABORACIÓN DE AZÚCAR Y PRODUCTOS RESIDUALES DE LA CANA	538604,3	771018,7	1201036	1299441	34,1	6,8
PREPARACIÓN Y ENVASADO DE FRUTAY LEGUMBRES	293367,2	391542,2	541818,6	701558,6	33,7	3,6
BENEFICIO DE CAFÉ	99990,6	222480	231364,6	231152,1	32,2	1,2
CONGELACIÓN Y EMPAQUE DE PESCADOS Y MARISCOS FRESCOS	18536,6	26853,8	34329,7	42726,4	32,1	0,2
FABRICACIÓN DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES COM	571686,3	1015776	1308439	1312274	31,9	6,8
ELABORACION DE GALLETAS Y PASTAS ALIMENTICIAS	185974,8	271948,2	399010	421853,6	31,4	2,2
ELABORACIÓN DE OTROS PRODUCTOS PARA CONSUMO HUMANO	20196	27391,3	38671	45610,1	31,2	0,2
FABRICACIÓN DE CHICLES	87558,2	114754,7	151546,8	197336,5	31,1	1
ELABORACIÓN DE MALTA	41457,1	45658,1	77371,4	90729,2	29,8	0,5
PREPARACIÓN Y MEZCLA DE ALIMENTOS PARA ANIMALES	473210,3	677927	1006406	1011143	28,8	5,3
PREPARACIÓN DE CONSERVAS Y EMBUTIDOS DE CARNE	262272,7	338211,1	456839,6	559206,9	28,7	2,9
CONGELACIÓN Y EMPACADO DE CARNE FRESCA	82481,1	121019,3	170607,5	173094,5	28	0,9
ELABORACIÓN DE CREMA, MANTEQUILLA Y QUESO	264724,2	351805,8	479828	540956	26,9	2,8
MATANZA DE GANADO Y AVES	248504,8	311004	440771,7	503721,6	26,6	2,6
PREPARACIÓN Y ENVASADO DE CONSERVAS DE PESCADOS Y MARISCOS	91044,9	102187	127459,1	182850,3	26,2	1
ELABORACIÓN DE SOPAS, GUIOS PREPARADOS	168781,3	225213,8	283027,1	338675,4	26,1	1,8
ELABORACIÓN DE REFRESCOS Y OTRAS BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS	1201116	1566234	2025779	2397731	25,9	12,5
ELABORACIÓN DE LECHE CONDENSADA, EVAPORADA Y EN POLVO	261335	326713,8	471066,6	509552,6	24,9	2,6
ELABORACIÓN DE GELATINAS, FLANES Y POSTRES	33827,8	41000,6	55172,7	64784,7	24,2	0,3
ELABORACIÓN DE COCOA Y CHOCOLATE DE MESA	83637,6	100663,5	146433,8	159551,5	24	0,8
FABRICACIÓN DE CERVEZA	782753,7	965025,5	1298639	1475855	23,5	7,7
ELABORACIÓN DE BOTANAS Y PRODUCTOS DE MAÍZ	418233,1	496706,4	649523,4	772106,9	22,7	4
VINIFICACIÓN (ELABORACIÓN DE BEBIDAS FERMENTADAS DE UVA)	21134	25028,8	36552,8	38871,9	22,5	0,2
ELABORACIÓN DE HARINA DE MAÍZ	207626,9	295259,8	506498,3	376460,6	21,9	2
ELABORACIÓN DE BEBIDAS DESTILADAS DE UVA	128632,3	148995,9	187442,8	219742	19,5	1,1
FABRICACIÓN DE CIGARROS	529767,1	721343,8	950617,8	904288,8	19,5	4,7
ELABORACION DE BEBIDAS DESTILADAS DE CANA	110930,4	125942,3	155053,2	185873,3	18,8	1
TOSTADO Y MOLIENDA DE CAFÉ	28915,9	41936,9	44357,8	47034	17,6	0,2
BENEFICIO DE TABACO	17461,4	13637,8	17467,3	18475,6	1,9	0,1
TOTAL	8955051,9	12364157	17231937	19234790	29	100
					Mercado objetivo	35

Fuente: Banco de Comercio Exterior

4.4.1.2 Mercado objetivo

El mercado objetivo de los colorantes, son las empresas productoras de alimentos que requieran colorantes y aditivos para la obtención de sus productos. El producto se distribuirá de forma directa.

GRÁFICA 8. MERCADO OBJETIVO

MERCADO OBJETIVO (Cifras en millines de pesos)		
Ventas sector alimentos	\$ 19.234.790	
Ventas empresas que usasn colorantes	\$ 6.732.176	
Gastos colorantes	\$ 377.002	
Compras colorantes amarillos y rojos	\$ 188.501	100%
Ventas Natucolor	300	0,16%

4.4.1.2.1 Segmentación

Consecuente con lo anterior, se define de forma particular el sector de alimentos como el mercado objetivo definiendo de forma clara una resegmentación al interior del mismo.

- **Grandes Industrias del sector de alimentos**

Para las grandes industrias se ofrece una alta disponibilidad del producto, con materias primas de buena calidad, apoyando dicha oferta con distribución local completa que satisfaga los requerimientos del cliente para sus procesos productivos, además de lo anterior se ofrecen continuas capacitaciones, para el uso del colorante como aditivo.

- **Pymes**

Para las pequeñas y medianas empresas, se contara con una oferta a más bajos volúmenes, ofreciéndolo en sitios especializados de insumos para la industria de alimentos. Además de esto, se ofrece como un valor agregado la distribución puerta a puerta, con un bajo incremento incluido en el precio de venta; de igual manera existe una oferta alternativa de asesorías y capacitaciones en cuanto al uso adecuado del colorante natural proveniente de la Majagua.

4.4.2 Crecimiento proyectado a cinco años

La demanda de colorantes proviene especialmente de empresas productoras de pastas, lácteos, salsas y conservas, charcutería, alimentos en general, confitería, aliños y condimentos, cosméticos, aseo y limpieza, jabones y detergentes, textiles, etc.

A continuación se listan los colores que más demanda el mercado actual de colorantes en el país.

Tabla 5. Colorantes más demandados en Colombia

<i>Achiote</i>	<i>Amarillo claro</i>	<i>Anaranjado</i>	<i>Carmín</i>
<i>Amaranto</i>	<i>Amarillo piña</i>	<i>Café carmelita</i>	<i>Cúrcuma</i>
<i>Amarillo</i>	<i>Amarillo subset</i>	<i>Blanco</i>	<i>Verde</i>
<i>Morado</i>	<i>Amarillo yema</i>	<i>Caramelo</i>	<i>Rojo</i>
<i>Rojo fresa</i>	<i>Rojo No. 2</i>	<i>Rojo No. 14</i>	<i>Rojo No. 40</i>
<i>Rojo No. 42</i>	<i>Rojo No. 5</i>	<i>Rojo poceau</i>	<i>Rosado</i>
<i>Azul turquesa</i>	<i>Azul No. 1</i>	<i>Azul brillante</i>	<i>Azul ultramar</i>
<i>Amarillo cromo</i>	<i>Amarillo melón</i>	<i>Amarillo No. 13</i>	<i>Azul índigo</i>
<i>Azul No. 150</i>	<i>Azul rey</i>	<i>Azul No. 153</i>	<i>Morado uva</i>
<i>Naranja No. 6</i>	<i>Negro brillante</i>	<i>Negro</i>	<i>Óxidos de hierro</i>
<i>Rojo carmezina</i>	<i>Rojo escarlata</i>	<i>Rojo molibdeno</i>	<i>Rojo No. 23</i>
<i>Rojo No. 51</i>	<i>Tartrazina</i>	<i>Verde limón</i>	<i>Verde menta</i>

Fuente: Estudio de mercado colorantes y pigmentos. Instituto Alexander von Humboldt

A partir de la tabla anterior se puede inferir que existe una demanda de un gran número de colorantes en el país, especialmente de aquellos de origen artificial.

Cabe anotar que debido a que en Colombia no existe una industria productora de colorantes naturales, es decir, alguna industria que cumpla con la legislación y los estándares de calidad: inocuidad, poder tintóreo o colorante definido, estabilidad a la luz o al calor, compatibilidad con los productos de los cuales son aditivos, composición química pura y estandarizada, etc; se considera que en el país, los colorantes naturales que se utilizan son importados, debido a que los que se producen en no cumplen con las características que se requieren para ser considerados como comerciables. (Cáceres; Jiménez, 2004).

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la falta de información precisa acerca de la producción de colorantes naturales, es decir, en este momento no existe información detallada acerca de la producción de colorantes naturales ya sea a nivel artesanal o industrial, debido a que la mayoría de las empresas registradas se dedica a la mezcla de materiales ya procesados, a partir de los cuales no es posible obtener información sobre calidad, precios o volumen.

Para efectos prácticos, se asumirá entonces que la posible demanda de colorante está dada por el valor de las importaciones en Colombia de colorantes naturales. Para el año 2006, este valor fue de 1.275.000 dólares (ALADI). De acuerdo con los estudios revelados por el Instituto Alexander von Humboldt y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en Colombia existen 112 empresas que importan colorantes tanto naturales como artificiales.

Debido a que no se encuentran datos precisos sobre la demanda de colorantes naturales de parte de la industria colombiana, se supondrá una demanda de los colorantes acorde con la capacidad de producción de algunas plantas de colorantes en América Latina.

4.4.3 Demanda esperada

Se espera una demanda anual de 15 toneladas de ambos colorantes, de acuerdo a lo descrito en el punto anterior.

4.4.4 Demanda proyectada

Para calcular la demanda proyectada en el tiempo se toma la demanda inicial dada anteriormente y se proyecta en el año 2 y 3 un crecimiento anual del 10%, para el cuarto año se tiene la idea de incursionar en el mercado de la ciudad de Bogotá, aumentando así las ventas en un 25%, para ese mismo año y el próximo.

En la siguiente tabla se podrá visualizar el aumento tanto en los gastos como en las ventas, el incremento del precio será menor que años anteriores debido a que se estará vendiendo mas volumen en los últimos años, de esta manera se alcanzará una economía de escala que permitirá realizar esta acción. Los precios tienen un mayor incremento el año 2 y 3 debido a que el proyecto se encontrará en etapa de introducción y crecimiento lo que implica mayores inversiones. El colorante se venderá en una presentación de bultos de 50 kilogramos.

Tabla 6. Información general

INFORMACION GENERAL				
Capacidad nominal de la planta	100 ton/año			
CRECIMIENTO REAL				
AÑO	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio	15%	15%	6%	6%
Costos Variables	4%	4%	3%	3%
Gastos Admini	5%	5%	10%	10%
Volumen Ventas	10%	10%	25%	25%
Inflación	6,0%	e.a.		
CRECIMIENTO NOMINAL				
AÑO	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio	21,90%	21,90%	12,36%	12,36%
Gastos fijos	21,90%	21,90%	12,36%	12,36%
Costos Variables	10,24%	10,24%	9,18%	9,18%
Tasa Impuestos	35,00%			
Gastos Ventas	15,00%			

El 2do y 3er año el aumento en el precio es alto debido a que no se están vendiendo altas cantidades. En el 4 y 5 año, se genera economía de escala lo que permite aumentar el precio un 6%.

Tabla 7. Demanda e ingresos anuales

	AÑO 0	1	2	3	4	5
Inflación		6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%
COLORANTE ROJO						
Volumen de ventas		70	77	85	106	132
Precio por unidad (50 Kg)		1.100.000	1.340.900	1.634.557	1.836.588	2.063.591
TOTAL COLORANTE ROJO		77.000.000	103.249.300	138.446.986	194.448.792	273.103.329
COLORANTE AMARILLO						
Volumen de ventas		230	253	278	348	435
Precio por unidad (50 Kg)		1.100.000	1.340.900	1.634.557	1.836.588	2.063.591
TOTAL LINEA		253.000.000	339.247.700	454.897.241	638.903.175	897.339.509
TOTAL INGRESOS		330.000.000	442.497.000	593.344.227	833.351.967	1.170.442.838

La meta de ventas se basó en datos estadísticos encontrados en una fuente de internet (Paquete tecnológico, 2008) donde se encontró que 4 compañías reconocidas en la industria exportaban 104 toneladas de colorante natural a América Latina, basada en esta demanda se realiza una proyección de las ventas que se tendrían en Antioquia para un periodo de 1 año. La demanda que se supone es de 15 toneladas al año.

4.5 ANÁLISIS COMPETITIVO

4.5.1 Competencia

En la siguiente tabla se listan los productores de colorantes registrados ante el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de acuerdo a la ciudad donde se

encuentran ubicados. Estas empresas aunque su enfoque comercial está basado en la producción de colorantes artificiales, algunas han realizado propuestas en cuanto a colorantes naturales. De igual manera se considera que los colorantes artificiales son una competencia con una oferta diferente pero con la misma aplicabilidad para Natucolor.

Tabla 8. Empresas colombianas clasificadas como productoras (y mezcladoras)

Empresa	Ciudad
<i>Colmaster LTDA</i>	Bogotá
<i>Colorantes Tuska</i>	Bogotá
<i>Colorquímica S.A</i>	La Estrella (Antioquia)
<i>Disperquim LTDA</i>	Bogotá
<i>Master Andino S.A</i>	Bogotá
<i>Pigmentar LTDA</i>	Bogotá
<i>Q & B Productos químicos y bioquímicos LTDA</i>	Bogotá
<i>Quimiplast LTDA</i>	Cali
<i>Sumicolor S.A</i>	Cali
<i>Anquímico S.A</i>	Itagüi
<i>Astek S.A</i>	Envigado
<i>Colorisa S.A</i>	Medellín
<i>Pigmentos S.A</i>	Medellín
<i>Productora Andina de colorantes S.A</i>	Medellín
<i>Suministro materias colorantes S.A</i>	Medellín
<i>C. I Prointer S.A</i>	Yumbo
<i>Ecoflora LTDA</i>	Rionegro
<i>Compañía Nacional de levaduras Levapan S.A</i>	Bogotá
<i>B. Altman & Cía</i>	Cali

El conjunto de empresas mencionadas anteriormente, son consideradas como competencia directa. También hay que tener en cuenta que existe competencia

indirecta, conformada principalmente por las compañías multinacionales que importan colorantes de países como Alemania, China, Corea, España, Estados Unidos, Holanda, India y México. Estas compañías lo que hacen es cambiar la presentación de los colorantes y elaborar mezclas de los mismos, con el fin de satisfacer las necesidades del mercado colombiano. (Cáceres; Jiménez, 2004)

Se estima que los precios internacionales para colorantes de semejantes características al colorante natural de Maqui fluctúan entre los FOB US\$ 15/kg y FOB US\$ 79/kg. (Paquete tecnológico, 2008)

4.5.1.1 Diferencias frente a la competencia

4.5.1.1.1 Fortalezas

- El proceso industrial que se realiza, para la obtención del colorante natural proveniente de la flor majagua y que se ejecuta mediante procesos de extracción química, es sencillo, lo cual agiliza los tiempos de entrega y garantiza los compromisos en cuanto a lotes de producto que se le ofrecen al cliente (industriales del sector de alimentos).
- La Majagua como materia prima principal del colorante Natucolor en sus dos presentaciones, es un insumo natural, cuyas propiedades químicas y físicas garantizan la buena calidad del producto que se oferta.
- En la industria nacional, muy pocas son las empresas productoras. Estas no se enfocan directamente en la fabricación, simplemente realizan procesos de mezclado para la obtención de diferentes colorantes. En

oposición a esto Natucolor, puede garantizar un proceso de fabricación continuamente controlado, con variables definidas y debidamente evaluadas, que permitan la obtención de un producto de buena calidad y funcional para la industria de alimentos.

- La materia prima es gratuita debido a que proviene de la vegetación del Área Metropolitana (flores muertas), o en caso de que el Municipio de Medellín establezca un costo, este acuerdo se podrá establecer con buenas ventajas económicas para Natucolor; logrando adquirir a un bajo o mínimo costo, por lo cual el costo de la mercancía vendida (CMV), es mas bajo, y las utilidades con respecto al mercado serán mucho mas altas.
- Natucolor, tiene una oferta actual en cuanto a las necesidades del diseño, ofrece colorantes en dos presentaciones las cuales son las más demandas por los clientes del sector.

4.5.1.1.2 Debilidades

- Para el adecuado desarrollo del proceso de extracción y obtención, del colorante proveniente de la Majagua, es necesario contar con equipos de última tecnología y con muy buenos estándares de calidad; lo cual incrementa el costo de la inversión, y puede ser una desventaja frente a la competencia.
- La planta debe ser multipropósito, debido a que con este sistema se aprovechan mucho más los costos de capital.

4.5.2 Proveedores

Natucolor, para el desarrollo óptimo del proceso de extracción requiere de equipos de tecnología de punta, de los cuales existen reconocidos proveedores en el sector, algunos de ellos son.

- Vibrasec
- Alsec
- R.A Talleres.
- Importechnical.
- T.A Químicos.

Todos los insumos y materias primas para la producción de los colorantes en polvo son locales, se consiguen en Colombia. Y se tienen como proveedores potenciales los siguientes:

- Las flores serán recolectadas de los árboles diseminados en Medellín, con previa autorización del Municipio; hasta el establecimiento de cultivos comerciales.
- Para los demás insumos, el proveedor será BELL CHEM INTERNACIONAL S.A. Cra 46 No. 29-37 Medellín Colombia. Tel : 2508349

4.5.3 Barreras de entrada

Algunas de las posibles barreras de entrada del producto en el sector de la industria de alimentos son:

- La flor Majagua, nunca ha sido utilizada, como insumo principal de un colorante para la industria de alimentos, lo cual requiere de sustentación exigente en cuanto a procesos experimentales, que permitan verificar y evaluar las propiedades químicas y físicas de dicha materia prima.
- El sector de los alimentos es estricto en cuanto la calidad de las materias primas, insumos y colorantes; lo cual convierte este mercado en un mercado monopolizado por ciertas industrias, así que Natucolor como proyecto, en procesos de introducción en el mercado, puede estar frente a un obstáculo debido a la carencia de posicionamiento y a la posición de marca desconocida.
- El colorante promovido por Natucolor, es natural, su competencia directa son los colorantes artificiales y las industrias que los producen; al ser un producto natural puede existir escepticismo ante el uso de este colorante en el desarrollo de productos.

4.5.4 Productos sustitutos

Los bienes que pueden sustituir a los colorantes naturales desarrollados, son obviamente sus homólogos artificiales.

4.5.5 Descripción del producto

Los colorantes naturales que se desean obtener son de color rojo y amarillo. Con este desarrollo se busca generar otras dos posibilidades de colores naturales, especialmente para la industria de alimentos.

El colorante podrá aplicarse en lácteos, jugos, zumos y jarabes, para lo que se debe tomar en cuenta el PH al cual debe aplicarse. También podría pensarse su uso en fibras textiles como algodón, lana y fique.

Un valor agregado de este producto, será su presentación en polvo, ya que esta característica evita la degradación del color, la formación de hongos y bacterias en el mismo y además facilita su almacenamiento y transporte, ventajas que no generaría una presentación líquida.

En cuanto al empaque, se piensa en bolsas termoselladas de aluminio. Esta presentación permite conservar mejor el colorante y preservarlo de la acción de la luz.

4.6 ESTRATEGIAS DE MERCADO

4.6.1 Estrategias de producto

- La facilidad de extracción del colorante hace que el costo de producción sea bajo, lo que conlleva a un precio de venta igual o menor que el de la competencia.
- Hoy en día, el ser humano se esta preocupando por su salud, por lo tanto intenta consumir productos más naturales, esto crea en el producto, que es natural, una ventaja competitiva.

- Este producto se ofrece en dos colores, rojo y amarillo, que son los colores más demandados por la industria alimenticia.

4.6.1.1 Estrategia de promoción

- Realización de un evento por año donde se inviten tanto a los clientes actuales como a los clientes potenciales para que conozcan el producto y los avances de este. En este evento se les mostrarán nuevos productos y nuevos servicios que se vayan desarrollando durante el año.
- Participación en las diferentes ferias del sector con el fin de hacer conocer la empresa. Ferias tales como:

- ALIMENTEC -Feria Internacional de Alimentos Procesados, Bebidas, Tecnología de Alimentos, Maquinaria, Catering y Gastronomía.

Frecuencia: Bienal

Número de visitantes (2004): 13.257

Número de expositores (2004): 145

Área de exhibición (2004): 3.195 m²

Próxima versión: agosto 2008

- FIB -Feria Internacional Industrial de Bogotá

Es el evento industrial especializado más importante de Latinoamérica y el medio ideal para que el empresario pueda actualizarse e interactuar con los principales fabricantes, mayoristas, importadores y distribuidores industriales, en una exhibición con lo más avanzado en maquinaria, equipos, procesos de fabricación, materias primas, insumos y servicios.

Periodicidad: Bienal

Número de visitantes (2004): 41.195

Número de expositores (2004): 581

Área de exhibición (2004): 14.833 m²

Próxima versión: octubre 2008

- Visitas empresariales, donde se ofrece el producto personalmente, se le explica como debe usarse y se deja una muestra al cliente para que lo ensaye. Una vez probado se repiten las visitas para retroalimentación con el posible cliente y tratar de cerrar el negocio.
- El producto cuenta con un empaque y una etiqueta llamativa con el fin de que esta marca quede en la mente del cliente

4.6.1.2 Estrategias de posicionamiento

- La planta de producción debe estar localizada cerca de grandes avenidas que permitan la movilidad, debido a que una de las ventajas o servicios a ofrecer por parte de este proyecto, es bajos tiempos de entregas, por lo tanto la planta podría estar ubicada cerca de la Avenida del río, Avenida Guayabal, Avenida de las Vegas, entre otras.
- El producto será distribuido por Natucolor, se ofrecerá tanto a pequeñas y medianas empresas como a grandes productores. El modelo a trabajar es “make to order”, es decir que se produce cuando el cliente haga el pedido, así no se tiene que manejar grandes cantidades de inventario de producto

terminado. A mediano plazo la compañía se puede ir cambiando a “make to stock”, para seguir con tiempos de entregas bajos y confiables.

4.6.1.3 Estrategia de publicidad

Como estrategia de publicidad, se le quiere dar una imagen al producto con la cual el cliente podrá identificarlo fácilmente una vez esté en el mercado, además se quiere generar en el cliente lo que se conoce como “top of mind”, es decir que cuando un cliente vaya a conseguir un colorante la primera marca que recuerde sea Natucolor. A continuación se presentan los diseños de las etiquetas:



También se realizará un evento anual donde se reunirán los diferentes clientes y clientes potenciales para informales las novedades acerca del producto y los servicios ofrecidos.

4.6.1.4 Estrategias de servicio

- Al cliente se le ofrecerán servicios post-venta, asesorías de uso del producto y actualizaciones de nuevos productos y servicios.
- Call center, donde se atenderán todas las dudas, quejas, reclamos y sugerencias por parte del cliente con el fin de generar un mejoramiento continuo que le servirá tanto al cliente como a la empresa.
- Transporte de insumos puerta a puerta (entre las empresas), una vez el cliente adquiera el producto éste le será llevado hasta donde se acuerde previamente.
- Garantía del producto, si algún producto sale defectuoso este será recogido y cambiado en el menor tiempo posible y sin ningún costo.
- Capacitaciones a los operarios de las empresas consumidoras, se realizarán charlas donde los operarios aprenderán cómo usar adecuadamente el producto, sus cualidades y cuidados que deben tenerse a la hora de usarlo con el fin de no generarle ningún problema al cliente.
- Reuniones trimestrales, organizadas por Natucolor, con los clientes con el fin de recibir retroalimentación en ambos sentidos.
- Tiempos de entrega cortos

- Despachos de los pedidos de los clientes fieles sin necesidad de que ellos se comuniquen con la empresa, esto se puede lograr si la comercializadora tiene la suficiente información del cliente como para manejar los inventarios adecuados y si la demanda por parte de los clientes es más o menos estable.
- Excelente atención por parte de los empleados.
- Constante comunicación entre empresa-cliente

4.6.2 Equipos y proveedores

A continuación se listan los equipos necesarios para el proceso de extracción de los colorantes y sus posibles proveedores a nivel nacional:

Tabla 9. Equipos requeridos

Elemento	Especificación	Cantidad	Proveedor
Equipo de percolación	Capacidad 40 Kg. planta/h	1	Vibrasec
Concentrador Roberts	Capacidad 20 L/h	1	Vibrasec
Filtro prensa	Capacidad 20 L/h	1	Vibrasec
Spray dryer	Capacidad 10 L/h	1	Alsec
Beaker	1000 ml	3	R.A. Talleres
Beaker	2000 ml	3	R.A. Talleres
Probeta	1 L	2	R.A. Talleres
Probeta	500 ml	2	R.A. Talleres

Plancha de calentamiento con agitación	--	2	Importécnical
Magneto	--	5	T.A. Quimicos
Termómetro	--	5	T.A Quimicos
Empacadora	Capacidad 4 sobres/min	1	

4.6.3 Comercialización

4.6.3.1 Formas de venta y distribución

Los colorantes se distribuirán directamente a los clientes en bolsas metálicas termoselladas en presentación de 50 Kg.

4.6.4 Disposiciones legales

En cuanto a regulaciones los colorantes se rigen por el decreto 10593 de 1985, el cual determinó las definiciones de colorante, mezcla de colorantes, colorante natural, colorante artificial. Además también definió el *Color Index* para los colorantes permitidos en el país. En este decreto también se definieron las cantidades permitidas en alimentos de algunos colorantes presentes en el mercado, además de las cantidades de plomo y arsénico permitidas por colorante.

4.7 ESTUDIO GENERAL DEL SECTOR

4.7.1 Factores de calidad

4.8 SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas deben seleccionarse de acuerdo con las características recomendadas por la literatura.

Las flores deben estar frescas, en buen estado y completamente florecidas. Pueden tomarse del suelo o directamente del árbol y preferiblemente en las horas de la tarde, ya que a esta hora es posible encontrar el mayor contenido de glicósidos en la flor y por ende mayor contenido de colorante.

4.8.1 Aditivos

4.8.1.1 Maltodextrina

La maltodextrina es una agente que se utiliza para facilitar el secado del colorante en el spray dryer. Este compuesto tiene como finalidad proteger el colorante de la degradación provocada por la acción de la temperatura.

4.8.1.2 Benzoato de sodio

Es ampliamente utilizado por la industria de alimentos como conservante, por lo que también es conveniente adicionarlo al colorante, ya que lo protege de los hongos.

4.8.1.3 Sorbato de potasio

Esta sal de potasio es muy usada en la industria de alimentos, ya que inhibe el crecimiento de levaduras, hongos y bacterias debido a su estructura química de enlaces conjugados.

4.8.1.4 Ácido ascórbico

Se utiliza como antioxidante en la industria de alimentos. En este caso, protegerá al colorante de la degradación y en combinación con el benzoato de sodio protegerá al colorante de los hongos y las bacterias.

4.9 ENSAYOS PRELIMINARES

En ensayos de laboratorio previos, se probaron diferentes tipos de solventes para verificar cuál era más afín al colorante. Entre ellos estuvieron ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, cloroformo, acetona, acetato de etilo, agua, etanol puro, n-butanol y ácido acético. A partir de estos ensayos se encontró que los solventes más afines al colorante eran el agua y el etanol, lo cual era notorio al observar el color de los extractos una vez filtrados. Estos presentaban un color café para el que se extraía solo con agua y un rojo cereza para el que era solo etanol acidificado. El ensayo de solo agua se descartó debido a que presentaba un color más verdoso, el cual da indicio de una mayor extracción de clorofilas.

Una vez obtenidos estos resultados, se consultó en la literatura qué mezclas de etanol y agua eran las más adecuadas para iniciar el diseño de los experimentos. En este punto la literatura sugería diferentes mezclas. Para este caso se optó por realizar el diseño de experimentos con mezclas 50% de etanol, 70% de etanol y 100% etanol.

El siguiente paso fue filtrar la solución coloreada obtenida por la lixiviación y realizar un primer secado en estufa, el cual generó un polvo pegajoso, acaramelado y muy complicado de manejar. A raíz de esto, se optó por realizar una concentración de la solución y un posterior secado en spray dryer. No se

decidió realizar el secado por liofilización, debido a que si este proceso se lleva a gran escala, resulta bastante costoso.

A continuación, se lista paso a paso el proceso de extracción del colorante de manera preliminar:

4.9.1 Selección de materia prima

La materia prima debe recogerse fresca, preferiblemente en las horas de la tarde. Se deben seleccionar las que se encuentren más frescas y saludables, para luego someterlas a un control visual de calidad inicial, donde se remueven las impurezas manualmente.

Una vez estén seleccionadas las flores, deben lavarse con agua endurecida (Sharapin, 2000), ya que las que se recogen del suelo, pueden contener restos de arena, polvo y algunos insectos que complican las etapas posteriores del proceso.

4.9.1.1 Secado

Luego de lavarse las flores se deben poner a secar en estufa a 40°C durante unas 8 horas aproximadamente. Esto con el fin de disminuir el porcentaje de humedad, la extracción de clorofilas y sustancias indeseadas durante el proceso de lixiviación. En esta etapa se elimina aproximadamente el 85% de humedad.

4.9.1.2 Molienda

Una vez esté seca la materia prima se debe proceder con la molienda del material, la cual se realizó en una licuadora. Las flores deben llevarse hasta una malla 30, lo que facilitará el proceso extractivo del colorante, permitiendo una mayor área de contacto entre el solvente y el material vegetal.

4.9.1.3 Lixiviación

Este es el proceso más crítico de la obtención del colorante. En este intervienen varias variables, las cuales determinan la eficiencia de la extracción realizada. Entre ellas se encuentran:

- El PH, el cual debe mantenerse entre 2 y 4 para el colorante rojo y entre 4 y 5 para el amarillo.
- La relación sólido solvente es 1:10, ya que esta facilita un mejor contacto entre el solvente y el material vegetal pulverizado.
- El solvente seleccionado, en este caso la solución 50% de etanol agua.
- La agitación
- La temperatura de extracción
- La relación sólido solvente

Durante los experimentos preliminares se encontró que el mejor solvente es una mezcla 50: 50 de etanol – agua, ya que es la que extrae una mayor cantidad de colorante. Esto se pudo determinar realizando un barrido espectral para determinar la absorbancia de tres mezclas distintas: etanol puro, 70: 30 de etanol agua y 50: 50 de etanol agua. Para este efecto, se verificó en primera instancia que el colorante cumpliera la ley de Beer.

También se pudo determinar que la mejor temperatura a la que debe realizarse la extracción es a 25°C para la flor amarilla y para la roja. Durante los experimentos preliminares, también se analizó la extracción del colorante en el tiempo. En esta etapa se obtuvo que para la majagua amarilla se requiere un tiempo de extracción del colorante de aproximadamente 1 hora, mientras que para la majagua roja el tiempo requerido es de 40 minutos.

4.10 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Para este trabajo, se optó por realizar un diseño de experimentos tipo factorial, que es el sugerido por la literatura (Sharapin, 2000).

El factor crítico de este proceso es la extracción; según lo encontrado en la bibliografía hay diversas variables que influyen directamente en el rendimiento de este proceso.

Durante la realización de los experimentos preliminares, se encontró que las variables de más peso eran: la concentración alcohólica, la temperatura de la extracción y el tiempo durante el cuál se llevaba a cabo la lixiviación.

También hay que tener en cuenta que estas tres variables también son las que determinan en mayor medida los costos de producción del colorante y esta es otra razón de peso para analizarlas. El diseño de experimentos se evalúa para la flor amarilla y para la flor roja.

Los principales elementos del diseño de experimentos son:

- **Factores bajo estudio:** Se estudian dos factores sobre los cuales se espera tomar una decisión, estos son: la temperatura y tiempo de extracción. Es importante considerar que aunque forman parte de un mismo diseño, se debe realizar el análisis por separado.
- **Niveles del factor:**
 - ✓ Temperatura: 4°C, 25°C y 45°C
 - ✓ Tiempo de extracción: 20 minutos, 40 minutos, 1 hora.
- **Variable de respuesta:** La variable de respuesta elegida fue la absorbancia, ya que esta mide de forma cualitativa la concentración de color presente en una mezcla.
- **Unidad experimental:** Plantas secas y molidas según la especificación.
- **Número de réplicas:** dos (2).
- **Nivel de significación (α):** 0.05

- **Hipótesis:**
 - ✓ Hipótesis nula (H_0); $\mu_A = \mu_B = \mu_C$
 - ✓ (Todas las medias son iguales, es decir no hay efecto del factor bajo estudio).
 - ✓ Hipótesis alterna (H_a); Existe al menos una media diferente.

Para el desarrollo de los experimentos con cada planta, se mantuvieron controlados tres factores: la temperatura, el tiempo de extracción y la concentración alcohólica. En cada experimento dos de ellos estaban fijos mientras que el otro variaba, así:

Tabla 10. Serie 1 de experimentos: concentración alcohólica variable.
Temperatura y tiempo de extracción constantes. Majagua Roja

Parámetros	Experimento I		Experimento II		Experimento III	
<i>Concentración alcohólica</i>	50%		70%		100%	
<i>Tiempo de extracción</i>	1 hora		1 hora		1 hora	
<i>Temperatura</i>	25°C		25°C		25°C	
Absorbancia	0.417	0.421	0.276	0.289	0.169	0.175

Tabla 11. Serie 1 de experimentos: concentración alcohólica variable.
Temperatura y tiempo de extracción constantes. Majagua amarilla

Parámetros	Experimento I		Experimento II		Experimento III	
<i>Concentración alcohólica</i>	50%		70%		100%	
<i>Tiempo de extracción</i>	1 hora		1 hora		1 hora	
<i>Temperatura</i>	25°C		25°C		25°C	
Absorbancia	2.590	2.604	2.243	2.267	1.250	1.256

A partir de estos ensayos, se determinó que la mejor opción en cuanto a concentración alcohólica es una mezcla etanol agua al 50%. Aunque por razones económicas lo ideal sería realizar la extracción con agua solamente, este es un proceso más complicado, debido a que el agua es más costosa de remover y genera dificultades en el proceso posterior de secado, formando un caramelo.

Tabla 12. Serie 2 de experimentos: temperatura variable. Concentración alcohólica y tiempo de extracción constantes. Majagua roja

Parámetros	Experimento I		Experimento II		Experimento III	
<i>Concentración alcohólica</i>	50%		50%		50%	
<i>Tiempo de extracción</i>	1 hora		1 hora		1 hora	
<i>Temperatura</i>	4°C		25°C		45°C	
Absorbancia	0.168	0.170	0.315	0.325	0.282	0.298

Tabla 13. Serie 2 de experimentos: temperatura variable. Concentración alcohólica y tiempo de extracción constantes. Majagua amarilla

Parámetros	Experimento I		Experimento II		Experimento III	
<i>Concentración alcohólica</i>	50%		50%		50%	
<i>Tiempo de extracción</i>	1 hora		1 hora		1 hora	
<i>Temperatura</i>	4°C		25°C		45°C	
Absorbancia	2.025	2.188	2.665	2.580	2.091	2.489

A partir de esta serie de experimentos, se concluyó que la mejor temperatura para realizar la extracción es 25°C. Esta temperatura es ideal, ya que reduce los costos energéticos del proceso por no requerir utilities de alto costo para calentar durante el mismo.

Tabla 14. Serie 3 de experimentos: tiempo de extracción variable.
Concentración alcohólica y temperatura constantes. Majagua roja

Parámetros	Experimento I		Experimento II		Experimento III	
<i>Concentración alcohólica</i>	50%		50%		50%	
<i>Tiempo de extracción</i>	20 minutos		40 minutos		60 minutos	
<i>Temperatura</i>	25°C		25°C		25°C	
Absorbancia	0.260	0.148	0.953	0.782	0.169	0.197

Tabla 15. Serie 3 de experimentos: tiempo de extracción variable.
Concentración alcohólica y temperatura constantes. Majagua amarilla

Parámetros	Experimento I		Experimento II		Experimento III	
<i>Concentración alcohólica</i>	50%		50%		50%	
<i>Tiempo de extracción</i>	20 minutos		40 minutos		60 minutos	
<i>Temperatura</i>	25°C		25°C		25°C	
Absorbancia	2.745	2.753	2.764	2.634	2.933	2.994

A partir de la serie anterior de experimentos se concluyó que el tiempo de extracción para la majagua amarilla es de 1 hora y el de la majagua roja, de 40 minutos.

Un punto importante que se tuvo en cuenta fue la constante dieléctrica del solvente con el que se realizó la extracción, que esta afecta el tipo de sólidos que se pueden extraer. En estos experimentos se utilizaron 3 tipos de mezclas alcohólicas: 50%, 70% y 100%. Las constantes dieléctricas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16. Constantes dieléctricas de los solventes usados

Solvente	Constante dieléctrica (ϵ) a 25°C	Mezcla etanol agua 50%	Mezcla etanol agua 70%	Etanol 100%
<i>Etanol</i>	24.3	51.3	40.5	24.3
<i>Agua</i>	78.3			

El modelo de cálculo usado fue el siguiente (tomando como base una mezcla 50:50).

$$\epsilon = \frac{(78.3 \times 50) + (24.3 \times 50)}{100}$$
$$\epsilon = 51.3$$

Como es de esperarse, la mezcla etanol-agua 50/50 es la más polar de todas, por tanto ésta tenderá a extraer más sustancias de mayor polaridad o ionizables que los extraídos por las concentraciones 70/30 o el etanol solo, cuyas constantes dieléctricas son menores.

4.10.1 Análisis de varianza

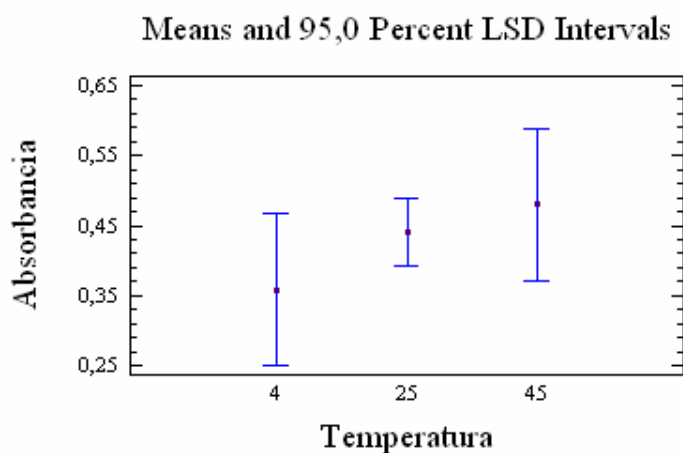
Para efectos del análisis estadístico, se optó por analizar dos de las variables, la temperatura y el tiempo de extracción. La concentración alcohólica se dejó fija en el 50%, ya que de acuerdo con Sharapin y con la constante dieléctrica, este es el valor ideal para realizar este tipo de extracciones.

Tabla 17. ANOVA Absorbancia para la majagua roja

Source	Sum of squares	Df	Mean Square	F ratio	P - value
Temperatura	0.015609	2	0.0078045	1.36	0.3175
Tiempo	0.601828	2	0.300914	52.35	0.0001
RESIDUAL	0.0402335	7	0.00574764		
TOTAL	0.728535	11			

Un p – value mayor que 0.05 demuestra la invalidez de la hipótesis nula, es decir, se rechaza, afirmando que sí existe una influencia del factor temperatura. En cuanto al tiempo, parece que la absorbancia no depende de esta para la majagua roja.

GRÁFICA 9. DIAGRAMA DE MEDIAS PARA LA MAJAGUA ROJA



La gráfica 9 muestra como las medias de 45°C y de 25°C están más cercanas que la media obtenida con 4°C de temperatura de extracción. El análisis de estas gráficas determina que los datos se ajustan a una distribución normal, a pesar de esto, se puede observar que la varianza correspondiente a la temperatura de 25°C es menor. Sin embargo el análisis de múltiple rango es el que define los grupos

homogéneos estadísticamente.

Tabla 18. “Multiple Range Tests” para las diferentes temperaturas de extracción: majagua roja

Temperatura	Count	LS mean	Homogeneous groups
4	2	0.3585	X
25	8	0.441	X
45	2	0.4795	X

De acuerdo con la tabla 18, se puede anotar que los valores de temperatura no presentan diferencias estadísticamente significativas y por lo tanto se pueden considerar como un grupo homogéneo. Debido a esto y a la menor varianza que se presenta para una temperatura de 25°C, se optará por esta como la temperatura de extracción. Esto también es observable en las tablas del diseño de experimentos. La siguiente tabla es con el fin de verificar lo anterior.

Tabla 19. “Table of Least Squares Means” para las diferentes temperaturas y tiempos de extracción: majagua roja

Nivel	Count	Mean	Error estándar
Temperatura	12	0.426333	
4	2	0.3585	0.0644288
25	8	0.441	0.0282539
45	2	0.4795	0.0644288
Tiempo			
20	2	0.189333	0.0644288
40	2	0.852833	0.0644288
60	8	0.236833	0.0282539

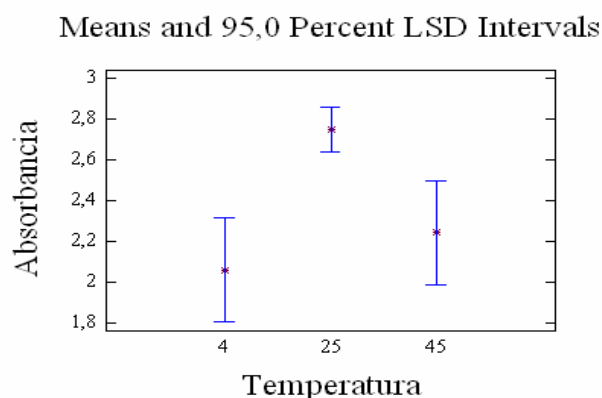
Finalmente, a partir de esta tabla fue posible determinar que las mejores condiciones para extraer la majagua roja son: una temperatura de 25°C, una concentración de 50% etanol para la solución con la que se extraerá el colorante y un tiempo de 40 minutos, debido a que con lo anterior se demostró que el tiempo no afecta la extracción del colorante rojo. Estos resultados están acorde con lo encontrado durante los experimentos.

Tabla 20. ANOVA Absorbancia para la majagua amarilla

Source	Sum of squares	Df	Mean Square	F ratio	P - value
Temperatura	0.741127	2	0.37564	11.65	0.0059
Tiempo	0.012022	2	0.006011	0.19	0.8319
RESIDUAL	0.222722	7	0.0318175		
TOTAL	1.10543	11			

Un p – value mayor que 0.05 demuestra la invalidez de la hipótesis nula, es decir, se rechaza, afirmando que sí existe una influencia de los factores temperatura y tiempo de extracción sobre la absorbancia, lo cual se puede observar también en este caso.

GRÁFICA 10. DIAGRAMA DE MEDIAS PARA LA MAJAGUA AMARILLA



En el diagrama de medias para la majagua amarilla, se puede anotar que las medias para la temperatura de 4°C, 25°C y 45°C están relativamente alejadas, aunque para la temperatura de 25°C el valor de la media es mayor, y la varianza menor; por lo que esta es la temperatura más adecuada para la extracción.

A continuación se muestra la tabla para el análisis de múltiple rango, el cual define los grupos homogéneos estadísticamente.

Tabla 21. “Multiple Range Tests” para las diferentes temperaturas de extracción: majagua amarilla

Temperatura	Count	LS mean	Homogeneous groups
4	2	2.0605	X
45	2	2.244	X
25	8	2.747	X

En este caso, cabe anotar que sólo la temperatura de 4°C y 45°C conforman un grupo homogéneo. La temperatura de 25°C conforma otro grupo.

Este análisis no es suficiente, por lo que también se tendrá en cuenta la tabla de las medias y de error estándar, con el fin de determinar cuáles son las mejores condiciones para realizar la extracción.

Tabla 22. “Table of Least Squares Means” para las diferentes temperaturas y tiempos de extracción: majagua amarilla

Nivel	Count	Mean	Error estándar
<i>Temperatura</i>	12	2.3505	
4	2	2.0605	0.151589
25	8	2.747	0.0664763
45	2	2.244	0.151589
<i>Tiempo</i>			
20	2	2.3525	0.151589
40	2	2.3025	0.151589
60	8	2.3965	0.0664763

A partir de la tabla 22 se puede concluir que para la temperatura, el valor más adecuado es 25°C y para el tiempo de extracción, es 1 hora, ya que bajo estas condiciones el error estándar es mucho menor que para las otras condiciones.

Bajo estos parámetros, se encontró que el rendimiento es del 5% para el colorante amarillo y 7% para el colorante rojo.

4.10.2 Consideraciones adicionales del diseño de experimentos

Adicionalmente hay que tener en cuenta que cuando se realiza un diseño de experimentos, se deben cumplir tres supuestos para que dicho diseño sea válido, los cuales son:

4.10.2.1 Aleatoriedad

Demostrada mientras se realiza el experimento, se debe garantizar desde el inicio del mismo.

4.10.2.2 Homogeneidad

Hay dos formas de verificarla. Una es por medio de la distribución de un histograma y otra es utilizando la herramienta de Statgraphics Variante Check, esta herramienta arroja un “P-value” que debe ser mayor al nivel de significancia escogido (en este caso del 0,05). Ambos parámetros se verificaron con cada experimento arrojando resultados positivos de Homogeneidad en cada caso.

4.10.2.3 Normalidad

Se comprueba por medio de una gráfica de normalidad que proporciona la herramienta statgraphics. Todos los experimentos también fueron verificados en esta suposición, arrojando valores positivos

4.11 RESULTADO FINAL

De acuerdo a los experimentos realizados y al análisis ANOVA reportado por statgraphics se determinó que las mejores condiciones de extracción son:

4.11.1 Majagua roja

Se debe extraer con una mezcla etanol agua al 50%, durante 40 minutos y a una temperatura de 25°C.

4.11.2 Majagua amarilla

Se debe extraer con una mezcla etanol agua al 50%, durante 60 minutos y a una temperatura de 25°C.

Se seleccionó la solución al 50% de etanol agua debido a que este era el valor reportado por la literatura, además utilizar sólo agua tendría como consecuencia la extracción de clorofilas y otras sustancias solubles en ella y que no son tan afines al colorante.

4.11.3 Aspecto de los colorantes obtenidos

Cuando se usa etanol puro (acidificado), el colorante rojo presenta un tono tipo cereza, sin trazas café y de un matiz muy brillante. Para la mezcla de 50% etanol agua, el colorante es de un rojo intenso, con un poco más de trazas de café.

Para el colorante amarillo, se ensayaron las mismas mezclas alcohólicas. Se encontró que la mejor alternativa también era la mezcla 50% de etanol.

4.11.3.1 Rendimiento

Para obtener 100 gramos de colorante, se necesitan 25 gramos de flores secas, es decir, el rendimiento es del 40%.

4.12 ETAPAS FINALES DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO

4.12.1 Filtración

Con la finalidad de remover los sólidos que quedan al finalizar la extracción, se realiza un proceso de filtrado utilizando muselina, cual retiene una muy buena cantidad de sólidos, lo que reduce las filtraciones necesarias para obtener el producto final.

4.12.2 Concentración

La concentración se lleva a cabo en el rotoevaporador. El Etanol se recupera y puede ser reutilizado en el proceso luego de identificar su concentración alcohólica. El rotoevaporador funciona con vacío y permite disminuir el punto de ebullición de la mezcla y con ello aumentar la facilidad de evaporación del etanol. En este equipo los extractos se llevan a una concentración de sólidos de aproximadamente el 10%. Esta concentración es suficiente para la siguiente etapa de secado, ya que aunque ésta tiene una especificación de por lo menos 30% de sólidos. El producto final lleva una buena cantidad de sólidos adicionales que han de aumentar dicho porcentaje.

4.12.3 Formulación del colorante

Como ya se mencionó anteriormente, es necesaria la adición de aditivos en los colorantes que sirvan como vehículos de secado evitando la degradación de los compuestos activos durante esta operación, además que ayuden a conservar la mezcla por un periodo de tiempo prolongado libre de bacterias, y microorganismos.

La maltodextrina funciona como el vehiculo de secado. Se tiene una fórmula dada para considerar la cantidad mínima en % de maltodextrina que debe tener el colorante para facilitar esta operación y asegurar la estabilidad de los principios activos:

$$Y = \sum_{i=1}^n a_i X_i$$

Donde:

ai: es el índice individual de secado de cada componente.

X_i: es la fracción en peso de cada componente.

Y: es el índice total de secado a (160/60) °C Cuando $Y < 1$, el producto es difícil de secar, $Y = 1$ indica posibilidad de secar y $Y > 1$ alta posibilidad de secar.

Cada compuesto tiene un a_i característico, en la tabla 23 se muestran algunos de los más usados (López, 2006)

Tabla 23. a_i de secado para diferentes compuestos

Compuesto	a_i
Sacarosa	0,85
Glucosa	0,51
Fructosa	0,27
Maltodextrina	1,60
Almidón	2,79

Como no se conoce el a_i característico de los sólidos disueltos, se considera que el porcentaje equivale al de la sacarosa disuelta. Además se considera un Y teórico de 1.5 que asegure un buen secado y un porcentaje de sólidos del 20% luego de concentrado el colorante:

$$Y = (a_{\text{sacarosa}} \cdot X_{\text{sacarosa}}) + (a_{\text{maltodextrina}} \cdot X_{\text{maltodextrina}})$$

$$1.5 = (0.85 \cdot 0.2) + (1.6 \cdot X_{\text{maltodextrina}})$$

$$X_{\text{maltodextrina}} = 83\%$$

Según lo encontrado anteriormente, el colorante formulado debe contener por lo menos un 83% de maltodextrina para poder garantizar un secado adecuado.

Tabla 24. Formulación final de colorante

Componente	% en la fórmula
<i>Colorante</i>	10 – 20
<i>Maltodextrina</i>	70 – 90
<i>Benzoato de sodio</i>	0.1 – 0.3
<i>Ácido ascórbico</i>	0.1 – 0.3
<i>Sorbato de potasio</i>	0.1 – 0.3

Los porcentajes de benzoato de sodio, sorbato de potasio y de ácido ascórbico se tomaron de la literatura, ya que éstos son ampliamente utilizados como aditivos en la industria de alimentos.

4.12.4 Secado del colorante

Por tratarse de un producto natural, la etapa de secado es delicada, ya que las altas temperaturas a las que puede verse sometido el colorante pueden alterar su composición química, al eliminar sustancias termolábiles, lo que puede reducir la calidad del color que se obtiene en el producto final.

El secado se realizó en el spray dryer de la Universidad de La Salle. Con la colaboración de la empresa Colflavor. Esta situación se generó debido a que el secador que se encuentra en la Universidad EAFIT no funcionó adecuadamente para el proceso.

El secador utilizado para este efecto fue un Minispray dryer B - 290 de la marca Buchi, el cual se muestra a continuación:

ILUSTRACIÓN 3. SECADOR POR ASPERSIÓN BUCHI



Este equipo cuenta con una capacidad de evaporación de 1.2 litros de solvente por hora.

4.12.5 Empaque del colorante

Este debe realizarse en una empacadora especial para laminados con cierre térmico. Estas condiciones de empaque permitirán una mayor durabilidad y estabilidad del colorante en el tiempo.

4.12.6 Requisitos de calidad para el colorante

Las sustancias que se utilizan como colorantes en alimentos deben cumplir con unos requisitos básicos con el fin de prevenir riesgos para la salud de los consumidores. En esencia, deben ser inocuos; constituir una especie química definida y pura; tener gran poder de tinción con objeto de utilizar la mínima cantidad posible; ser fácilmente incorporables al producto; ser lo más estables

posibles a la luz, al calor, a los cambios de pH y a los agentes oxidantes y reductores; poseer compatibilidad con los productos que debe teñir; no poseer olor ni sabor desagradables con el fin de no variar las características del alimento que se colorea; y ser lo más económicos posible.

Los anteriores requisitos no siempre se cumplen, especialmente si se trata de colorantes naturales, pues estos se ven afectados por la luz, el calor, el pH, los agentes oxidantes y reductores y los periodos de almacenamiento. No sucede lo mismo con los colorantes artificiales denominados poliméricos, que son sustancias muy estables frente a la luz y el calor.

Sobre su inocuidad, cabe señalar que, aunque muchos de ellos se utilicen desde hace siglos, todavía no se sabe lo suficiente sobre sus consecuencias en el ser humano. De hecho, muchos se estudian en la actualidad y de otros ya se sabe por ejemplo que pueden causar urticaria crónica o incluso asma entre las personas sensibles a sus componentes. Este es el caso de la tartracina (amarillo No. 5) el cual es muy utilizado en pastelería, confitería, verduras enlatadas, productos de la pesca, helados, bebidas de naranja y aderezos para ensaladas, entre otros.

Debido a las consecuencias indeseables para la salud de los consumidores, es precisamente que la FAO/OMS, a través de su Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios, estudia de forma continuada los efectos toxicológicos que pueden generarse con los colorantes en alimentos. En función de los resultados obtenidos de dichos estudios, se ha elaborado la siguiente clasificación:

- CATEGORIA A:
Colorantes admitidos para uso alimentario.

- CATEGORIA B:
Colorantes que no han sido lo suficientemente estudiados como para ser incluidos en la categoría A.

- CATEGORIA C-1:
Colorantes no estudiados de forma exhaustiva, pero de los cuales ya se tienen bastantes datos obtenidos de los ensayos de larga duración.

- CATEGORIA C-II:
Colorantes con datos inadecuados para su evaluación, pero de los que no se conocen resultados de los ensayos de toxicidad de larga duración como para relacionarlos con procesos cancerígenos.

- CATEGORIA C-III:
Colorantes de los cuales se tienen pocos datos para evaluarlos, pero que son suficientes como para relacionarlos con efectos perjudiciales para la salud.

- CATEGORIA D:
Colorantes de los cuales se desconocen casi por completo datos referentes a su posible toxicidad.

Normalmente, la toxicidad de un colorante está relacionada con su absorción por el tracto gastrointestinal. Actualmente se estudian colorantes de alto peso molecular, que no son absorbidos por el tracto gastrointestinal, con lo cual se reducirían los riesgos de toxicidad.

En cuanto al colorante de la majagua, hay que destacar su posible carácter inocuo, ya que proviene de una flor compuesta principalmente por polisacáridos y flavonoides (Ver Anexo 1, espectro infrarrojo); además de acuerdo con los estudios publicados por la Revista Cubana de Farmacia no posee agentes tóxicos.

Vale la pena anotar que el proceso de desarrollo del colorante de la majagua se encuentra en sus comienzos y está por fuera del alcance de esta tesis el determinar mediante estudios citotóxicos y genotóxicos, los efectos a largo plazo del consumo de este colorante.

Por el momento el colorante rojo y amarillo obtenido a partir de las flores del árbol de majagua podría clasificarse como del tipo C-II. En cuanto a la definición de los compuestos químicos presentes en el colorante, la literatura da cuenta de la presencia de antocianinas, taninos y flavonoides principalmente (Márquez; Cuellar, 1999); aunque hay que decir que para poder ingresar los colorantes al mercado es necesario realizar pruebas que cuantifiquen las cantidades de estos compuestos en cada uno de los colorantes, es decir, se deben generar unos estándares de cada colorante.

Respecto a la resistencia de los colorantes a los agentes externos, se obtuvo durante los experimentos que el colorante rojo es mucho más estable a un pH ácido entre 1.5 y 4.5, mientras que el amarillo es más estable a pH entre 4 y 5; aunque hay que anotar que de acuerdo al pH el color puede presentar variaciones.

Este comportamiento también es verificado a través de la literatura, ya que por contener antocianinas es explicable este fenómeno, además se sabe que estos compuestos pertenecen a los flavonoides. Son los colores de muchos frutos

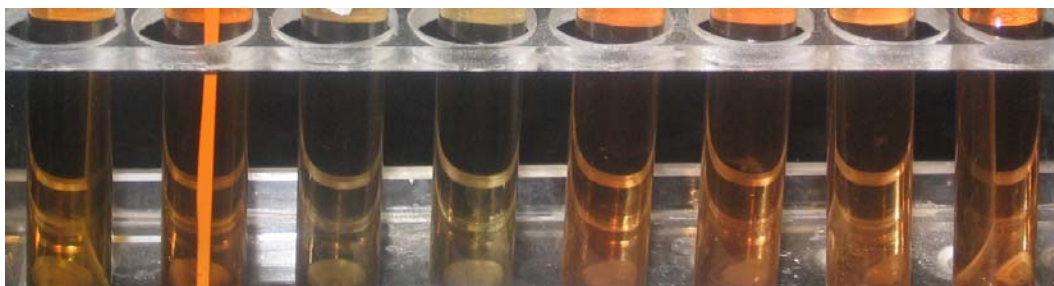
(moras, ciruelas, fresas...) y flores (hibiscus), cada uno de ellos con una composición distinta (cianidina, pelargonidina, peonidina, etc.) aunque la principal fuente de obtención es la piel de uva negra (enocianina) y otros subproductos de las industrias del zumo de uva y del vino. Este tipo de flores suelen dar tonalidades que van desde el rojo hasta el azul.

Se conocen como “colorante camaleón” porque cambian de color según la acidez del medio. Las antocianinas son solubles en agua, estables en medio ácido y la estabilidad al calor y a la luz es buena en general, pero depende de la aplicación.

Además, su uso se recomienda en productos ácidos, refrescos, bebidas instantáneas, licores, jaleas, confituras y mermeladas. (Alimentatec, 2007).

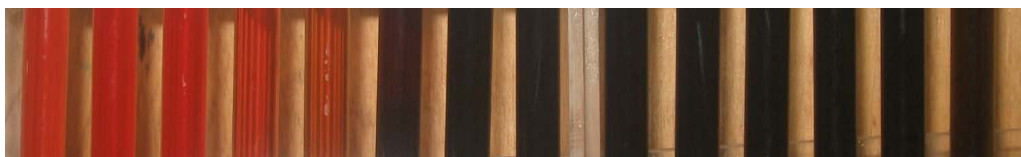
A continuación se muestra en imágenes la variación de los tonos del colorante según el pH:

- **Variación pH colorante amarillo**



De derecha a izquierda el pH va de 1 a 8

- **Variación pH colorante rojo**



De izquierda a derecha el pH va de 1 a 14

En ensayos previos de estabilidad, se comprobó que ambos colorantes son estables bajo condiciones normales de luminosidad. Los tonos se conservaron intactos por lo menos durante una semana.

4.12.6.1 Características de calidad de las materias primas

Las materias primas utilizadas en la elaboración del colorante deben cumplir las siguientes características de calidad:

4.12.6.1.1 Pruebas físicas

- Características organolépticas
- Características macroscópicas
- Porcentaje de materiales extraños
- Pérdida de humedad por secado

4.12.6.1.2 Pruebas fisicoquímicas

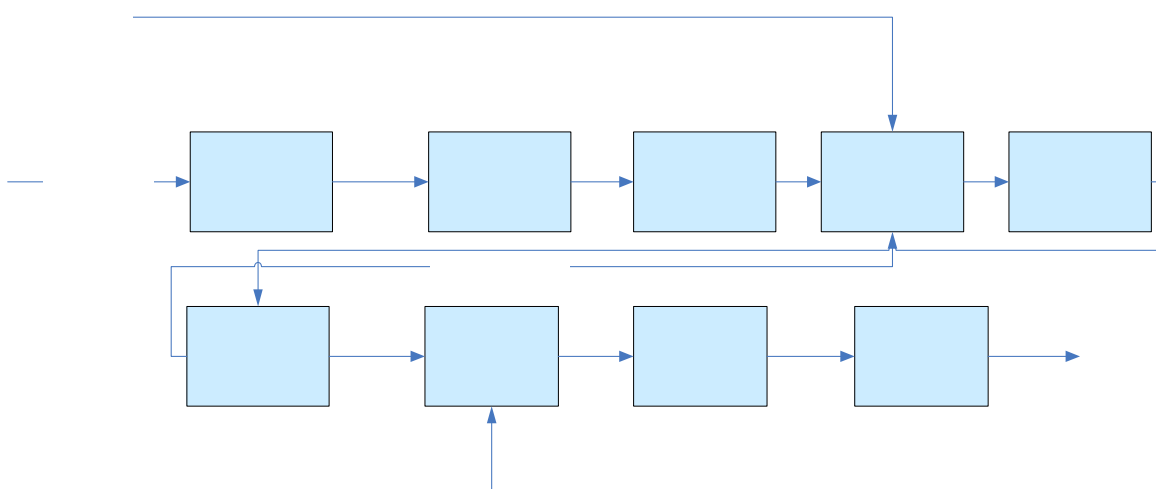
- Espectro infrarrojo
- Absorbancia
- Pruebas microbiológicas

4.12.6.2 Características de calidad del producto terminado

El colorante terminado debe cumplir con las siguientes pruebas de calidad:

- Inspección y muestreo
- Propiedades organolépticas
- Ensayos fisicoquímicos: espectro infrarrojo y absorbancia.
- Pruebas microbiológicas

4.12.7 Diagrama de bloques del proceso de extracción del colorante a escala laboratorio



4.13 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL

4.13.1 Nombre y etiqueta

El nombre y la etiqueta del producto constituyen el primer impacto que se generará en los clientes. Además del aspecto estético la etiqueta debe tener las siguientes características de acuerdo a la resolución 10593 de 1985:

- Nombre del producto o marca. Nombre del fabricante.
- Color Index y nombre técnico del colorante.
- Dirección del fabricante.

Lavado con
Flores frescas
agua
endurecida

Secado en
horno a 40°C
durante 8 horas

- Número del lote de fabricación.
- Debe tener la siguiente leyenda en el envase: “Colorante para alimentos aprobado por el Ministerio de Salud”.
- Composición cualitativa y expresión cualitativa del contenido.
- Contenido neto del envase.
- Número de licencia de funcionamiento.
- La leyenda “Industria colombiana”.

4.13.1.1 Etiqueta

A continuación se muestran dos diseños preliminares de etiqueta para los colorantes:

- **Colorante amarillo:**



- **Colorante rojo**



4.14 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL PROCESO

Cada etapa del proceso de obtención del colorante, posee diferentes alternativas tecnológicas que pueden ser usadas a nivel industrial.

4.14.1 Secado

Para el secado de las materias primas, existen dos alternativas muy usadas a nivel industrial: el secado al sol y en estufa con aire caliente. La decisión final se

toma de acuerdo a los costos en que se incurre, ya sea por los costos de capital o por los costos de producción, dependiendo del tiempo disponible para realizar esta operación.

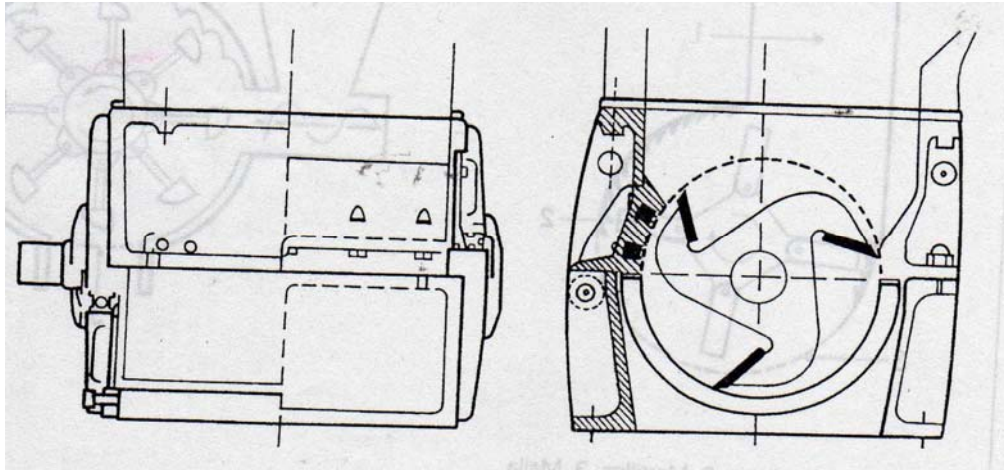
4.14.2 Molienda

Existen diversas opciones en cuanto a los molinos para el material vegetal, es más, podría decirse que para cada necesidad existe un molino. Sin embargo, para tomar una decisión final debe tenerse en cuenta que existen principalmente dos tipos de molinos que son más adecuados para material vegetal: el molino de cuchillas que es muy usado en la molienda de hojas, tallos, cortezas y raíces. Para las plantas con un mayor contenido de resinas es más recomendado un triturador.

4.14.2.1 Molino de cuchillas

Este tipo de molinos posee una cámara de molienda, la cual está dotada de láminas afiladas rotativas y fijas. El tamaño de partícula al que llega el material depende de la malla que se acople al final del molino. El número de láminas rotativas puede variar y la velocidad de la turbina puede influir en la producción de partículas más finas. (Sharapin, 2000)

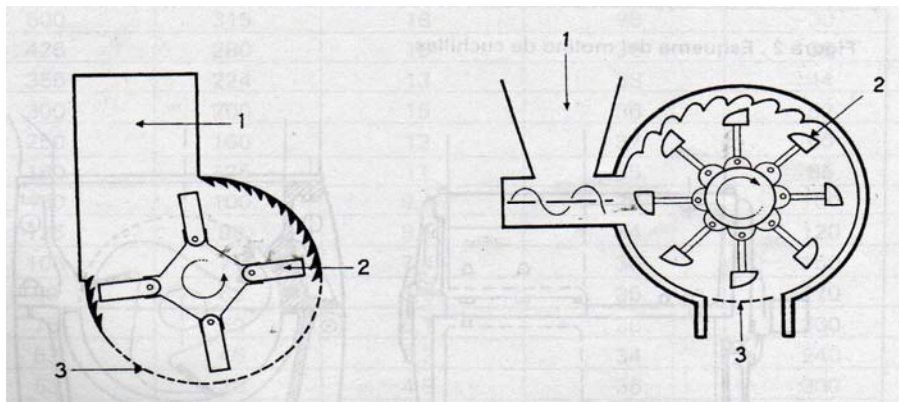
ILUSTRACIÓN 4. ESQUEMA DE UN MOLINO DE CUCHILLAS



4.14.2.2 Molino de martillos

Los molinos de martillos están provistos de un rotor, al cual están adaptadas láminas metálicas (martillos), de tal manera que puedan oscilar libremente. En estos molinos el tamaño de partícula también depende de la malla adaptada al mismo. En este molino la planta es triturada contra las paredes y empujada a través de la malla.

ILUSTRACIÓN 5. ESQUEMA DE UN MOLINO DE MARTILLO



En la figura, 1: entrada del material vegetal, 2: martillos, 3: malla.

4.14.3 Extracción

Los procesos de extracción varían de acuerdo con la escala de producción, de la naturaleza y la calidad de la materia prima y del tipo de solvente.

Algunos de los procesos más usados a nivel industrial son:

4.14.3.1 Maceración

Este proceso consiste en poner en contacto el material vegetal con el solvente durante varios días. Este tipo de extracción puede ser dinámica o estática, según sea que se agite o no la mezcla de material vegetal con el solvente. El rendimiento de esta operación disminuye cuando aumenta la relación material vegetal y el solvente.

La velocidad con la cual se alcanza el equilibrio en esta operación depende del tamaño de partícula del material vegetal, el grado de hinchamiento de las células y de la polaridad del solvente. (Sharapin, 2000)

Este proceso posee algunas desventajas, entre ellas:

- El proceso de maceración es lento.
- No siempre es posible extraer completamente el componente deseado de la planta.
- Debe repetirse varias veces para alcanzar una extracción completa.

4.14.3.2 Percolación

Esta operación consiste en hacer pasar solvente a través del material vegetal,

hasta su extracción completa. En la percolación simple, se extrae con solvente fresco toda la cantidad de sustancia de interés posible. Es un proceso largo y costoso debido a las grandes cantidades de solvente requeridas.

4.14.3.3 Extracción en contracorriente

En la extracción en contracorriente, el solvente fluye en sentido contrario al que fluye el material de interés. Este proceso puede ser de varias formas: continuo absoluto, continuo relativo y discontinuo absoluto.

En el proceso continuo absoluto, tanto el material de interés como el solvente se encuentran en un único recipiente, aunque ambos se mueven en sentido contrario. En el proceso continuo relativo, solamente el solvente está en movimiento, mientras que el material vegetal se encuentra estático.

Finalmente, en el proceso discontinuo absoluto el solvente y el material vegetal se mueven, por lo general en este tipo de proceso se usa una batería de percoladores o un tornillo sinfín.

4.14.4 Clarificación

A escala laboratorio puede usarse filtración al vacío, pero ya en escala industrial puede utilizarse la decantación, la sedimentación, prensado o la centrifugación, dependiendo del tiempo disponible para realizar esta operación.

4.14.5 Concentración

A nivel industrial, el equipo más usado es el concentrador de Roberts. Este equipo consiste en una batería de tubos delgados dispuestos concéntricamente dentro de un tubo central más largo. Los tubos son calentados con vapor y la solución que se desea concentrar pasa por el interior de los tubos, donde es evaporada. El solvente se separa del líquido en la cámara de evaporación donde se evita que la solución concentrada se remueva con el vapor. Este equipo puede operar al vacío de ser necesario y puede o no necesitar bombas para la circulación. Para concentrar sustancias termolábiles, se recomienda usar un evaporador de película, ya que en éste el cambio de fase ocurre en una capa muy fina.

4.14.6 Secado

Para extractos acuosos, se recomienda usar la liofilización, aunque este proceso a nivel industrial resulta costoso; en vista de esto, el equipo más recomendado es el spray dryer.

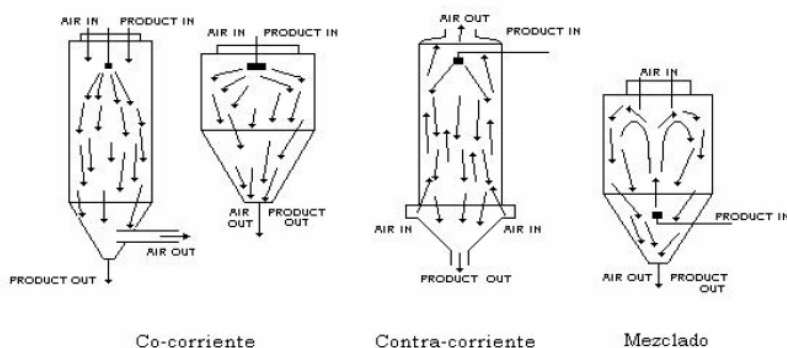
El secado en el spray dryer consiste en la dispersión en gotas del extracto en una corriente de aire caliente, donde la superficie de contacto del material con el aire aumenta en gran manera. Este sistema permite obtener gotas de hasta $100\mu\text{m}$ de diámetro lo que representaría un área de contacto para un litro de extracto de 70m^2 . La velocidad de desplazamiento de estas gotas es de 100m/s aproximadamente y la temperatura del aire se encuentra por lo general entre 150°C y 200°C . Pero el contacto extracto-aire ocurre solo por unas pequeñas fracciones de segundo. Por lo general el alimento debe tener una concentración de sólidos del 30%, ya que sustancias más diluidas generan polvos muy finos y por lo tanto pérdidas. Para lograr buenos resultados es recomendable adicionar material inerte, como maltodextrina, lactosa o almidón. Este proceso no debe ser utilizado con solventes inflamables, así los extractos realizados con mezclas hidro-

alcohólicas deben pasar previo al secado por atomización por un proceso de evaporación del solvente alcohólico. En cuanto al equipo la parte principal es el atomizador el cual puede ser de dos tipos: neumático o centrífugo. Los centrífugos suelen considerarse más versátiles, permiten el uso de material viscoso o sistemas heterogéneos. (Sharapin, 2000). La función primordial de la atomización es:

- Crear una superficie en relación a la masa generando alta capacidad de evaporación.
- Producción de partículas con forma, tamaño y densidad deseadas.

La humedad residual del polvo seco obtenido en este proceso está por lo general por debajo del 5%. En este proceso el arreglo de los flujos en co-corriente es ampliamente utilizado en la industria, especialmente en productos sensibles al calor. La evaporación del spray es rápida. El producto no está en riesgo de degradarse por el calor debido a que su contenido de humedad es máximo al chocar con el aire caliente. Otra forma es el arreglo en contra-corriente, donde entran a la cámara por lados opuestos, este tipo de secado tiene una mayor eficiencia, ya que utiliza de mejor forma el calor generado, el problema es que el producto seco entra en contacto con el aire en su máxima temperatura, lo cual es malo para los productos sensibles al calor.

ILUSTRACIÓN 6. ESQUEMA DE LOS FLUJOS EN EL SPRAY DRYER



Por tanto para la producción de productos naturales, se selecciona el arreglo en co - corriente debido a la sensibilidad que presentan a la temperatura. Es importante considerar que por lo general el aire de secado siempre contendrá una pequeña cantidad de polvo (10 - 30%) a la salida de la cámara, y por eso es necesario limpiar el aire de secado separando las partículas de polvo que normalmente se denominan como finos. (Londoño A. 2001).

5. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL COLORANTE

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

La obtención del colorante en polvo de la majagua no requiere de alta tecnología para llevarse a cabo.

La materia prima son las flores del árbol de majagua, las cuales se encuentran disponibles durante todo el año. En este momento no existen cultivos a nivel

industrial de esta planta, pero sería interesante plantear esta alternativa una vez se determine la viabilidad de este proceso.

5.2 ETAPAS DEL PROCESO

5.2.1 Lavado

Una vez recolectadas y recibidas las flores de majagua, están deben ser sometidas a un proceso de lavado con agua potable endurecida, con el fin de retirar los insectos y el polvo que se acumula en las flores.

Una vez lavadas, se debe proceder a retirar manualmente el ovario de la flor y las partes verdes que aún están adheridas a la misma.

5.2.2 Secado

Luego de lavadas las flores, se procede a secarlas en una estufa de aire caliente a 40°C durante 8 horas, con el fin de reducir el contenido de agua y de clorofilas de la flor y así facilitar el proceso extractivo.

5.2.3 Molienda

Las flores secas deben ser sometidas a un proceso de molienda. Este se realiza en un molino de cuchillas durante 3 minutos y tiene como fin reducir el área superficial de la planta para facilitar la transferencia de masa en la extracción. El material vegetal es llevado hasta una malla 30, la cual es la recomendada por la literatura.

5.2.4 Extracción

Una vez trituradas las flores, se debe preparar la mezcla 1:1 de etanol grado alimenticio con agua para poder proceder con la lixiviación.

En esta etapa hay que tener en cuenta que la flor amarilla y la flor roja tienen dos tiempos de extracción diferentes, para la amarilla es de 1 hora y para la majagua roja son 40 minutos. No se debe olvidar que por tratarse de dos colores diferentes, el proceso para extraer cada uno debe llevarse a cabo en baches diferentes.

5.2.5 Filtración

La filtración del extracto se realiza con muselina, con el fin de remover el material vegetal presente en el colorante.

5.2.6 Concentración

La concentración se realiza utilizando el roto evaporador (destilación al vacío). En este equipo se remueve gran parte del etanol contenido en el extracto, el cual es reutilizable en el proceso luego de realizarle un análisis de concentración. El extracto debe llevarse hasta un contenido de sólidos de aproximadamente un 20%.

5.2.7 Aditivación

En esta etapa se mezclan los colorantes con los aditivos necesarios: maltodextrina, benzoato de sodio, sorbato de potasio y ácido ascórbico. La concentración final de sólidos disueltos en esta mezcla debe ser de mínimo el

12%.

5.2.8 Secado

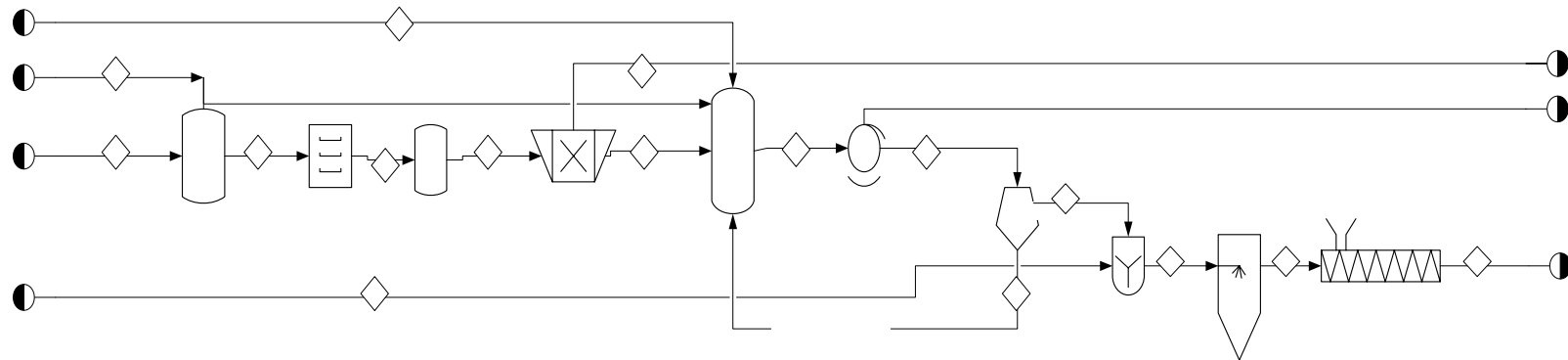
La mezcla se lleva al secador por atomización con una concentración de sólidos superior al 12%. La temperatura de la alimentación es de 25°C, la temperatura de entrada del aire es de 140°C. En esta operación se obtienen un polvo fino de color pálido y una humedad menor al 5%.

5.2.9 Empaque

Esta etapa del desarrollo del producto no se culmina, ya que no estaba contemplada dentro de los objetivos. De manera preliminar se espera poder empacar el colorante en bolsas laminadas y selladas en caliente. Hay que tener en cuenta que para poder definir el empaque en el que se comercializará el colorante, es necesario realizar pruebas que determinen que no existe una interacción química entre el empaque y el colorante, que no hay alteraciones del producto con el paso del tiempo o por la acción de la temperatura; ya que de presentarse estas situaciones, se vería en riesgo la estabilidad del producto

5.3 PFD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL COLORANTE

TK-101	H -101	TK -102	M -101	EX -101	F -101	C - 101	MX -101	S- 101	PK -101
Tanque lavador de MP	Estufa de secado	Tanque de almacenamiento MP seca	Molino	Percolador	Filtro	Concentrador de Roberts	Mezclador de aditivos	Spray dryer	Empacadora



Título: Producción de colorante de Majagua

Elaboró: Astrid Jiménez

Aprobó: Elizabeth Ocampo

Fecha: 02/14/2008 **Edición:** 1

Etanol

Agua

3

112

1

7

6. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero comprende todo el análisis de las inversiones, los costos y los gastos que requiere el proyecto. Con este análisis se busca determinar la rentabilidad y las tasas de retorno, con el fin de establecer la viabilidad del proyecto.

La tabla con los supuestos ya se mencionó en la sección 4.4.4, además se desglosó la inversión y se calculó la demanda proyectada para una planta pequeña durante los próximos 5 años.

6.1 INVERSIONES

Las inversiones a considerar dentro del proyecto incluyen:

- Equipos.
- Muebles y enseres generales.
- Vehículo de recolección.
- Capital de trabajo.
- Otras inversiones (permisos, certificado del Ministerio de salud)

Para efectos prácticos, se considerará que el ciclo productivo corresponde a un trimestre.

A continuación se especifican los costos de los equipos:

Tabla 25. Costos de los equipos

Elemento	Precio(\$)
Equipo de percolación	3.150.000
Concentrador Roberts	5.250.000
Filtro prensa	1.575.000
Spray dry	10.500.000
Beaker	18.900
Beaker	29.400
Probeta	63.000
Probeta	42.000
Plancha de calentamiento con agitación	1.260.000
Magneto	3.150
Termómetro	42.000
Empacadora	10.500.000
Total	32.433.450

Tabla 26. Inversiones

Computadores	1	1.399.000
Muebles y enseres		3.500.000
Impresora HP		500.000
Pagina web		2.000.000
Publicidad		30.000.000
Registro de marca		3.000.000
Spray dry		10.500.000
Beaker 1		18.900
Beaker 2		29.400
Probeta 1		63.000
Probeta 2		42.000
Plancha de calentamiento con agitacion		1.260.000
Magneto		3.150

Termometro	42.000
Empacadora	10.500.000
Equipo de percolacion	3.150.000
Concentrador roberts	5.250.000
Filtro prensa	1.575.000
Adecuacion Oficina	5.000.000

6.2 COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación son los costos de la formulación del producto final. Constituidos por los costos directos, gastos de fabricación, gastos indirectos y gastos de ventas. Para este caso se muestran a continuación:

Estos costos se desglosan así:

Tabla 27. Costos

<u>COSTOS VARIABLES</u>	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Maltodextrina	28.012.500	30.880.980	34.043.192	37.168.357	40.580.413
Extracto(20% solidos)	29.040.000	32.013.696	35.291.898	38.531.695	42.068.904
Benzoato de sodio	36.000	39.686	43.750	47.767	52.152
Acido citrico	45.000	49.608	54.688	59.708	65.189
Sorbato de potacio	1.350.000	1.488.240	1.640.636	1.791.246	1.955.683
Etanol	33.750.000	37.206.000	41.015.894	44.781.154	48.892.063

Empaque primario	600.000	661.440	729.171	796.109	869.192
Empaque secundario	300.000	330.720	364.586	398.055	434.596
Majagua roja	10.500.000	11.575.200	12.760.500	13.931.914	15.210.864
Majagua amarilla	10.500.000	11.575.200	12.760.500	13.931.914	15.210.864
TOTAL COSTOS VARIABLES	114.133.500	102.670.370	113.183.816	123.574.091	134.918.192

COSTOS FIJOS

Arrendamiento	7.200.000	7.488.000	8.254.771	9.012.559	9.839.912
Servicios Publicos	6.000.000	6.360.000	6.741.600	7.146.096	7.574.862
Internet	720.000	763.200	808.992	857.532	908.983
TOTAL	13.920.000	14.611.200	15.805.363	17.016.187	18.323.757

GASTOS FIJOS

Insumos de oficina	2.400.000	2.645.760	2.916.686	3.184.438	3.476.769
Transporte	18.000.000	19.843.200	21.875.144	23.883.282	26.075.767
Participacion en ferias	7.000.000	7.716.800	8.507.000	9.287.943	10.140.576
Publicidad	16.500.000	22.124.850	29.667.211	41.667.598	58.522.142
Seguros	1.500.000	1.653.600	1.822.929	1.990.273	2.172.981
Hosting	720.000	793.728	875.006	955.331	1.043.031
TOTAL	46.120.000	54.777.938	65.663.976	80.968.866	101.431.265

GASTOS ADMINISTRATIVOS

Gerente	27.360.000	28.728.000	30.164.400	33.180.840	36.498.924
Jefe financiero y contable	21.888.000	22.982.400	24.131.520	26.544.672	29.199.139
Jefe de logistica	23.712.000	24.897.600	26.142.480	28.756.728	31.632.401
Jefe de ventas y mercadeo	21.888.000	22.982.400	24.131.520	26.544.672	29.199.139
Jefe compras	18.240.000	19.152.000	20.109.600	22.120.560	24.332.616
Jefe de produccion	23.712.000	24.897.600	26.142.480	28.756.728	31.632.401
Operarios(3)	32.832.000	34.473.600	36.197.280	39.817.008	43.798.709

TOTAL	169.632.000	178.113.600	187.019.280	205.721.208	226.293.329
-------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

TOTAL COSTOS Y GASTOS FIJOS ADM	229.672.000	247.502.738	268.488.619	303.706.260	346.048.351
--	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

6.2.1 Costos de materia prima

Este costo se halla por Unidad de producto. Se debe tener en cuenta que la unidad se considera como los bultos de 50 kg

Tabla 28. Costos de las materias primas

	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Maltodextrina	28.012.500	30.880.980	34.043.192	37.168.357	40.580.413
Extracto(20% solidos)	29.040.000	32.013.696	35.291.898	38.531.695	42.068.904
Benzoato de sodio	36.000	39.686	43.750	47.767	52.152
Acido citrico	45.000	49.608	54.688	59.708	65.189
Sorbato de potacio	1.350.000	1.488.240	1.640.636	1.791.246	1.955.683
Etanol	33.750.000	37.206.000	41.015.894	44.781.154	48.892.063
Empaque primario	600.000	661.440	729.171	796.109	869.192
Empaque secundario	300.000	330.720	364.586	398.055	434.596
Majagua roja	10.500.000	11.575.200	12.760.500	13.931.914	15.210.864
Majagua amarilla	10.500.000	11.575.200	12.760.500	13.931.914	15.210.864
TOTAL COSTOS VARIABLES	114.133.500	102.670.370	113.183.816	123.574.091	134.918.192

6.2.2 Materiales directos

Se consideran materiales directos el material de empaque primario y el secundario.

6.2.3 Mano de obra directa

En la mano de obra directa se consideran 3 operarios fijos, como no es una operación muy manual es suficiente con estos tres operarios. Se consideran además prestaciones del 52% (panorama optimista) y un incremento anual del 6% igual a la inflación considerada.

6.2.4 Mano de obra indirecta

En esta se consideran los sueldos del personal administrativo, con un porcentaje de prestaciones del 52%. Al contador y al personal de limpieza no se les paga prestaciones ya que es un servicio subcontratado. Se considera un incremento anual del 6% igual a la inflación considerada.

6.2.5 Resumen de inversión y financiación

La inversión total para empezar el proyecto es de \$108.708.072, después de un análisis se ha optado por financiar el 70% de éste con una entidad bancaria, y el otro 30% lo asumirían los inversionistas, para resumir:

Inversion Inicial	108.708.072	
Financiación	70,00%	\$ 76.095.650
Recursos Propios	30,00%	\$ 32.612.422

Los costos mencionados en las secciones anteriores se desglosan de la siguiente forma:

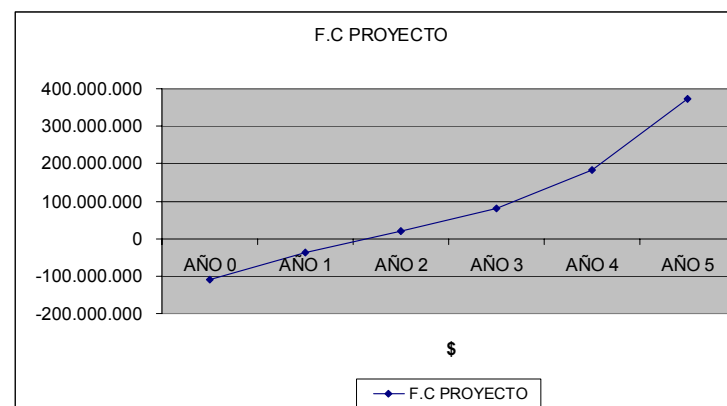
Esta tabla arroja las utilidades antes y después del impuesto. El costo total considerado es el hallado anteriormente como costo de operación. Los ingresos por ventas se hallan multiplicando la demanda proyectada por \$/unidad. El precio por unidad se define inicialmente mediante la técnica de la competencia. Se considera que según los precios estudiados en el mercado 1.100.000\$ / 50Kg. es un buen valor. Los impuestos considerados son del 35%.

Tabla 29. Flujo de producción

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ESTADO DE RESULTADOS						
Ingresos		330.000.000	442.497.000	593.344.227	833.351.967	1.170.442.838
Costos Variables		114.133.500	102.670.370	113.183.816	123.574.091	134.918.192
MARGEN DE CONTRIBUCION		215.866.500	339.826.630	480.160.411	709.777.877	1.035.524.646
Costos Fijos		13.920.000	14.611.200	15.805.363	17.016.187	18.323.757
Gastos Fijos		46.120.000	54.777.938	65.663.976	80.968.866	101.431.265
Gastos Administrativos		169.632.000	178.113.600	187.019.280	205.721.208	226.293.329
Depreciación		3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145
Amortización Diferidos		1.000.000	1.000.000	1.000.000	0	0
UTILIDAD BRUTA		-18.778.645	87.350.747	206.698.647	402.098.471	685.503.149
Gastos de Ventas		33.000.000	44.249.700	59.334.423	83.335.197	117.044.284
UTILIDAD OAI		-51.778.645	43.101.047	147.364.224	318.763.275	568.458.866

Impuesto		-18.122.526	15.085.366	51.577.479	111.567.146	198.960.603
UTILIDAD DI		-33.656.119	28.015.680	95.786.746	207.196.128	369.498.263
Depreciación		3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145
Amortización Diferidos		1.000.000	1.000.000	1.000.000	0	0
Inversiones Fija	77.832.450		0			
Inversiones Diferidas	30.875.622	8.869.459	12.744.050	20.068.262	28.079.056	0
FLUJO CAJA PROYECTO	-	-37.552.000	20.245.000	80.692.000	183.090.000	373.471.000
	108.708.000					
VPN PROYECTO	45.792.000					
TIR PROYECTO	45%					
PUNTO EQUILIBRIO	212					

GRÁFICA 11. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO



El punto de equilibrio se alcanzara en el primer año, ya que el volumen de ventas en este periodo es aproximadamente 300 bultos.

6.2.6 Depreciación

La siguiente tabla expresa cómo se desglosa la depreciación según el tiempo requerido por cada activo fijo.

Tabla 30. Depreciación

<u>DEPRECIACIÓN</u>					
Maquinaria	3.243.345	3.243.345	3.243.345	3.243.345	3.243.345
Muebles y Enseres	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000
Equipos de computo	379.800	379.800	379.800	379.800	379.800
TOTAL	3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145
 <u>AMORTIZACIÓN DIFERIDOS</u>					
	1.000.000	1.000.000	1.000.000		
TOTAL DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	4.973.145	4.973.145	4.973.145	3.973.145	3.973.145

6.3 FLUJO DE EFECTIVO NETO

El flujo de efectivo neto tiene en cuenta la financiación del proyecto. Para montar esta empresa se tiene en cuenta un préstamo por valor de 70 millones de pesos, el resto será aportado por los socios. A este préstamo se debe calcular la tabla del pago de la deuda con el fin de conocer la amortización de capital (El abono a capital año tras año), el abono a interés y el saldo cada año.

Tabla 31. Pago de la deuda

FLUJO DE CAJA DE FINANCIACION		
Inversion Inicial	108.708.072	
Financiación	70,00%	\$ 76.095.650
Recursos Propios	30,00%	\$ 32.612.422
1. CREDITO SISTEMA FINANCIERO		76.095.650
Tasa	22,00%	E.A.
Forma de Pago	Cuotas Anuales Iguales	
Tiempo	5 años	
Monto a Financiar	76.095.650	
Número de Cuotas	5	
Anualidad	26.573.053	
AMORTIZACIÓN CREDITO		

AÑO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Inicial						
	76.095.650	76.095.650	66.263.641	54.268.589	39.634.626	21.781.191
Cuota	-					
		26.573.053	26.573.053	26.573.053	26.573.053	26.573.053
Intereses	-					
		16.741.043	14.578.001	11.939.090	8.719.618	4.791.862
Abono a Capital	-					
		9.832.010	11.995.052	14.633.963	17.853.435	21.781.191
Saldo Final						0
	76.095.650	66.263.641	54.268.589	39.634.626	21.781.191	
Ahorro Tributario	-					
		5.859.365	5.102.300	4.178.681	3.051.866	1.677.152
Flujo de Caja	76.095.650	-20.713.688	-21.470.752	-22.394.371	-23.521.187	-24.895.901
Tasa Real Credito	14,30%	E.A.				
FLUJO DE CAJA FINANCIACION						
AÑO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Credito Sist. Fro						
	76.095.650	-20.713.688	-21.470.752	-22.394.371	-23.521.187	-24.895.901
F.C. Financiacion	76.096.000	-20.714.000	-21.471.000	-22.394.000	-23.521.000	-24.896.000

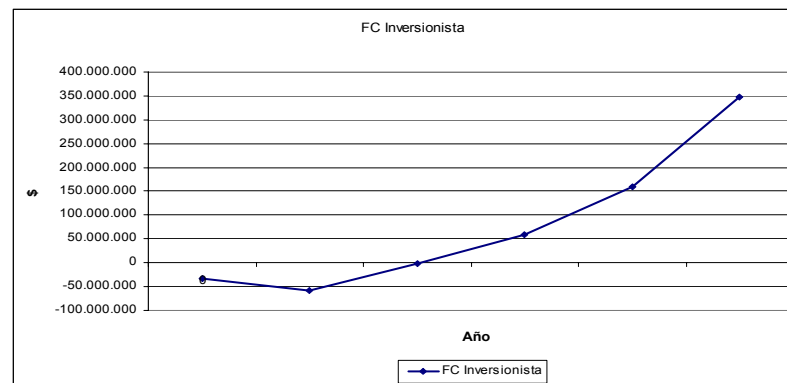
Con estos datos se halla el flujo de inversión neto, el cual partiendo del flujo de inversión hallado anteriormente analiza el comportamiento tendido en cuenta el préstamo y su amortización según la tabla del pago de la deuda:

Tabla 32. Flujo de inversión neto

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA						
AÑO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
F.C. Proyecto	-108.708.000	-37.552.000	20.245.000	80.692.000	183.090.000	373.471.000
F.C. Financiacion	76.096.000	-20.714.000	-21.471.000	-22.394.000	-23.521.000	-24.896.000
F.C. Inversionista	-32.612.000	-58.266.000	-1.226.000	58.298.000	159.569.000	348.575.000
TIR INVERSIONISTA	61,41%	E.A.				
TMRR INVERSIONISTA	35,00%					
VPN INVERSIONISTA	73.028.000					

También se halla de nuevo la Utilidad ajustada en un nuevo flujo de producción que parte de la utilidad antes de impuesto hallada en el flujo de producción elaborado anteriormente:

GRÁFICA 12. FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA

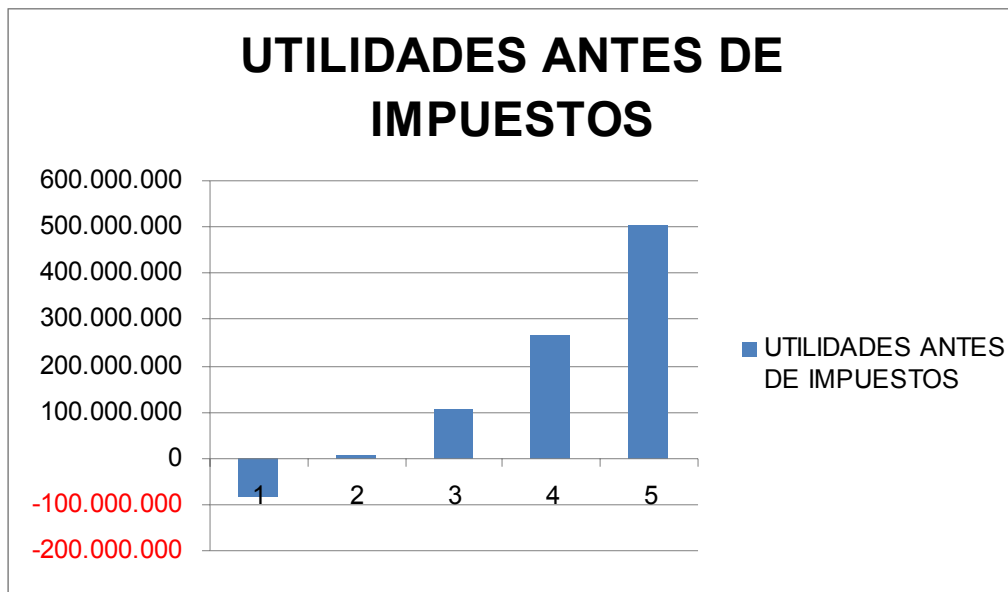


También se halla de nuevo la Utilidad ajustada en un nuevo flujo de producción que parte de la utilidad antes de impuesto hallada en el flujo de producción elaborado anteriormente:

Tabla 33. Estado de resultados

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ESTADO DE RESULTADOS					
Ingresos	330.000.000	442.497.000	593.344.227	833.351.967	1.170.442.838
Costos Variables	114.133.500	102.670.370	113.183.816	123.574.091	134.918.192
MARGEN DE CONTRIBUCION	215.866.500	339.826.630	480.160.411	709.777.877	1.035.524.646
Costos Fijos	13.920.000	14.611.200	15.805.363	17.016.187	18.323.757
Gastos Fijos	46.120.000	54.777.938	65.663.976	80.968.866	101.431.265
Gastos Administrativos	169.632.000	178.113.600	187.019.280	205.721.208	226.293.329
Depreciación	3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145	3.973.145
Amortización Diferidos	1.000.000	1.000.000	1.000.000	0	0
UTILIDAD BRUTA	-18.778.645	87.350.747	206.698.647	402.098.471	685.503.149
Gastos de Ventas	49.500.000	66.374.550	89.001.634	125.002.795	175.566.426
UTILIDAD ANTES DE I E I	-68.278.645	20.976.197	117.697.013	277.095.676	509.936.724
Gastos financieros	16.741.043	14.578.001	11.939.090	8.719.618	4.791.862
UTILIDAD ANTES DE I	-85.019.688	6.398.196	105.757.924	268.376.059	505.144.862
Impuesto	-23.897.526	7.341.669	41.193.955	96.983.487	178.477.853
UTILIDAD D I	-61.122.162	-943.473	64.563.969	171.392.572	326.667.008

GRÁFICA 13. FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA



Con estos datos se halla el flujo de efectivo neto. A partir del flujo de efectivo se deben calcular los índices de rentabilidad, los cuales permiten analizar la conveniencia del proyecto. Estos indicadores son:

- Valor presente neto (VPN)
- Tasa interna de retorno (TIR)

Tabla 34. TIR y VPN

VPN PROYECTO	45.792.000
TIR PROYECTO	45%
PUNTO EQUILIBRIO	212

A continuación se muestra un análisis de sensibilidad para determinar la variación de la TIR y el VPN de acuerdo al precio de venta:

Tabla 35. Análisis de sensibilidad de la TIR y VPN

VARIACION EN PRECIO DE VENTA			
	Disminución 10%	Actual	Aumento 10%
TIR Proyecto	183,00%	45,32%	200,00%
VPN Proyecto	139.257.000	45.792.000	1.833.598.000
TIR Inversionista	354,00%	61,41%	362,00%
VPN Inversionista	817.202.000	73.028.000	1.272.806.000

Para que un proyecto se considere rentable hay dos criterios:

- A partir del VPN:
 - Si $VPN(TIO) > 0$ El proyecto financieramente es bueno.
 - Si $VPN(TIO) = 0$ Proyecto indiferente financieramente.
 - Si $VPN(TIO) < 0$ Financieramente el proyecto se descarta.

En este caso el $VPN > 0$ por lo que se considera el proyecto financieramente es bueno.

- A partir de la TIR:
 - Si $TIR > TIO$ El proyecto financieramente es bueno, factible, se justifica
 - Si $TIR = TIO$ Proyecto indiferente financieramente, pero si el proyecto implica mayor riesgo no se justifica.
 - Si $TIR < TIO$ Financieramente el proyecto se descarta

En este caso $TIR > TIO$ por lo que también se confirma que el proyecto financieramente es bueno.

7. CONCLUSIONES

- Las tendencias en el mercado mundial de colorantes son hacia el uso de colorantes naturales, que sustituyan total o parcialmente los artificiales. Una de las industrias que más demanda este tipo de productos es la de alimentos; esta industria requiere productos económicos, pero de alto poder de tinción y que cumplan con los estándares internacionales de calidad, tales como Color Index, definición de componentes activos, comportamiento ante variaciones de PH, resistencia a la temperatura y a la luz, etc.
- El proceso más usado tanto a nivel laboratorio como industrial, para obtener extractos de productos naturales es la lixiviación. De acuerdo a la tecnología que se utilice, esta operación puede recibir nombres diferentes. Para el caso de la extracción del colorante de la majagua amarilla y de la roja, se seleccionó la percolación, debido a que este proceso, permite un mayor aprovechamiento del material vegetal y de los solventes, por lo que se considera un proceso más económico.
- Se encontró que de acuerdo al color de la flor se obtenían distintas condiciones para la obtención del colorante. Acorde con el diseño de experimentos y el ANOVA se determinó que ambos colorantes se pueden extraer eficientemente a 25°C y con una concentración de solución extractora de 50% etanol y 50% de agua. La variación en el proceso extractivo para ambas flores, radicó en el factor tiempo. El análisis arrojó que para la majagua roja se requieren 40 minutos para la extracción, en cuanto que la amarilla necesita 1 hora. Hay que anotar que el PH es un factor muy importante en este caso, ya que se trata de una antocianina, fue posible observar cambios en el color de ambos colorantes por esta causa.

Se determinó que el PH ideal para el colorante rojo es entre 2 y 4; en cambio para el amarillo debe mantenerse entre 4 y 5.

- Respecto a los factores de calidad, se encontró que estos dependen mucho del mercado. A nivel internacional y nacional, la legislación requiere el Color Index, la identificación de los principales compuestos químicos presentes en el colorante, el PH al que es más estable el colorante y la generación de estándares. Para el caso de la majagua y por tratarse apenas de la primera etapa de desarrollo de los colores, se determinó el PH de mayor estabilidad, los colores permanecen estables a la intemperie por lo menos una semana y se dieron los primeros pasos para la definición de un estándar. De acuerdo a las categorías internacionales, estos colorantes pueden clasificarse como C-II.
- Según el análisis financiero y técnico este resulta ser un proyecto financieramente justificable.
- Este diseño preliminar para producir colorantes es flexible, ya que permitiría la extracción de otros colorantes adicionales al de la Majagua.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de genotoxicidad y citotoxicidad para evaluar los posibles efectos colaterales del colorante a largo plazo, en un laboratorio certificado.
- Ensayar el proceso de extracción a las condiciones encontradas en un equipo de percolación, porque ésta técnica ofrece condiciones más favorables para aumentar la eficiencia de la extracción.
- Continuar con el desarrollo de este colorante, ya que se mostró que es bastante promisorio para ser patentado y continuar siendo motivo de investigación.

ANEXOS

INFRARROJO MAJAGUA ROJA

INFRARROJO MAJAGUA AMARILLA

LONGITUD MÁXIMA ABSORBANCIA

9. BIBLIOGRAFÍA

Alimentatec. (2007). *Alimentatec: colorantes naturales*. Recuperado el 10 de Abril de 2008, de <http://www.alimentatec.com/datos/documentos/2008110Tabla%201-Colorantes%20naturales.pdf>

Anónimo. (2007). *WIKIPEDIA. ColorWikipedia* . Recuperado el 27 de Julio de 2007, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Color>

Anónimo. (2008). *PAQUETE TECNOLÓGICO Colorante natural para la industria alimentaria* . Recuperado el 5 de Abril de 2008, de <http://209.85.215.104/search?q=cache:dervg9w0ZHIJ:www.infor.cl/webinfor/pw-sistemagestion/pfnm/pactecmaqui/txt/procesocolorante.htm+industria+colorantes+precio+de+venta+naturales&hl=es&ct=clnk&cd=9&gl=co>

Arango, C. (2004). *Diseño del proceso de extracción de colorante a partir del maíz morado (Zea mays L): trabajo de grado (ingeniera de procesos)*. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de ingeniería. Departamento de ingeniería de procesos.

Árboles ornamentales. (s.f.). *Árboles ornamentales: Hibiscus elatus sw.* . Recuperado el 27 de Julio de 2007, de <http://www.arbolesornamentales.com/Hibiscuselatus.htm>

Badui, S. (2006.). *Química de los Alimentos. 4 ed.* . México: Pearson Educación.

Beyra, Á., & León, M. d. (2004). *Estudios etnobotánicos de plantas en la provincia de Camagüey (Cuba). Vol 61. No.2.* . Madrid: Anales del jardín botánico de Madrid.

Cáceres J. Jiménez J. Castañeda M. Et al. *Estudio del mercado nacional de tintes, colorantes y pigmentos naturales. Programa biocomercio sostenible. Cali 2004.*

Recuperado el 3 de marzo de 2008, de http://www.humboldt.org.co/obio/simbio/layoutBio.jsp?accion=categoriasProducto¶metrosJsp=idCategoria=4*nombreCategoria=Colorantes%20naturales

Echeverry, J., & Salazar, D. (2003). *Adaptación tecnológica de un proceso en escala planta piloto para obtener el colorante de la jagua (Genipa Americana): trabajo de grado (Ingeniero de procesos)*. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería. Departamento de ingeniería de procesos.

EUROPEO, P. (s.f.). *Directiva 94/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 30 de junio de 1994 relativa a los colorantes utilizados en los productos alimenticios*. Recuperado el 30 de Agosto de 2007, de http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit_flavor/flav08_es.pdf

Giger A. (2002). *Chemical synthesis project: A new yellow carotenoid*. . Recuperado el 15 de Agosto de 2007, de Pure and Applied Chemistry. Vol.74, No.8 p.1383-1390.: <http://www.iupac.org/publications/pac/2002/pdf/7408x1383.pdf>

INVIMA. (s.f.). *Legislación alimentos*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2007, de www.invima.gov.co

Londoño A. (2001). *Proceso de selección de los componentes y del sistema de control de una planta escala banco de secado por atomización: Trabajo de grados (Ingeniero de Procesos)*. Medellín. Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de Procesos.

Lopera, S. (2003). *Proceso de extracción de colorante natural a partir del repollo morado (Brassica Oleracea var. Rubra): trabajo de grado (Ingeniero de procesos)*. Medellín: Universidad EAFIT. Escuela de ingeniería. Departamento de ingeniería de procesos.

López O. (2006). Influencia del uso de aditivos sobre el rendimiento del proceso de secado por aspersión de extracto acuoso de *Calendula officinalis* L. *Rev Cubana Plant Med.* [online]. ene.-abr. 2006, vol.11, no.1. Recuperado el 20 de febrero del 2008. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962006000100008&lng=es&nrm=iso ISSN 1028-4796.

Lugo, E. d. (s.f.). *Colorantes naturales, usos y perspectivas*. ÉNFASIS ALIMENTARIO No. 2. ABRIL/MAYO 2003. Recuperado el 17 de Septiembre de 2007, de http://www.enfasispackaging.com/bofinal/fotos/Pdf_24.pdf

Márquez, I., & Cuellar, A. (Mayo – Agosto 1999). Estudio fitoquímico de la especie *Hibiscus elatus* sw. Vol 33 No: 2. . *Revista Cubana de farmacia* .

Milanés, R., Rodríguez, A., & González, D. (s.f.). *Farmacognosia de la droga «Flores de Majagua» (Hibiscus Elatus sw., Familia Malvaceae)*.. Recuperado el 20 de Agosto de 2007, de I: Farmacogeografía, farmacoetimología, farmacoergasia y farmacoetnología.: *Rev Cubana Plant Med.* [online]. sep.-dic. 1999, vol.4, no.3 p.98-101 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47961999000300003&lng=es&nrm=iso ISSN 1028-4796

MINCOMEX. *Base de datos de productores*. Recuperado el 10 de Marzo de 2008, de <http://200.75.48.202/cgi-bin/pronal/cgi.sh/pnaweb86.html>

MINISTERIO DE SALUD, C. (1985). *Resolución 10593 (Julio 16 de 1985)*. . Bogotá: El Ministerio.

Proexport. (s.f.). *Plan estratégico exportador a la unión europea*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2007, de www.proexport.gov.co/inteleexport

Sharapin, N. (2000). *Fundamentos de tecnología de los productos fitoterapéuticos. Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo.* . Bogotá.

Treybal, R. E. (2000). *Operaciones de transferencia de masa 2da edición.* México: McGraw-Hill. 2000. págs. 792-795.

Weaber, P., & Francis, J. *Hibiscus elatus Sw. Mahoe. SO-ITF-SM-14.* . New Orleans, LA: U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Wijesekera, R. (1991). *The medicinal plant industry.* . Ed. CRC Press. Estados Unidos. p.p 269.